



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH BUBUK DAN BAHAN HUMAT DARI BATUBARA  
MUDA TERHADAP KETERSEDIAN DAN SERAPAN FOSFOR (P)  
TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**

**SKRIPSI**



**RENDY MARCIANO  
07113015**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2012**

**PENGARUH BUBUK DAN BAHAN HUMAT DARI  
BATUBARA MUDA TERHADAP KETERSEDIAAN DAN  
SERAPAN FOSFOR (P) TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**



**OLEH :**

**RENDY MARCIANO**  
**NO. BP 07 113 015**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2012**

**PENGARUH BUBUK DAN BAHAN HUMAT DARI  
BATUBARA MUDA TERHADAP KETERSEDIAAN DAN  
SERAPAN FOSFOR (P) TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**

**OLEH :**

**RENDY MARCIANO**  
**NO. BP 07 113 015**

**SKRIPSI**

**SEBAGAI SALAH SATU SYARAT  
UNTUK MEMPEROLEH GELAR  
SARJANA PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2012**



**PENGARUH BUBUK DAN BAHAN HUMAT DARI  
BATUBARA MUDA TERHADAP KETERSEDIAAN DAN  
SERAPAN FOSFOR (P) TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**

**OLEH :**

**RENDY MARCIANO**  
**NO. BP 07 113 015**

**MENYETUJUI :**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Gusnidar, MP**  
**NIP : 196212271990032001**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Ir. Herviyanti, MS**  
**NIP : 196401271989032002**

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas**



**Prof. Ir. H. Ardi, MSc**  
**NIP : 195312161980031004**


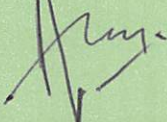



**Ketua Jurusan Tanah  
Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas**



**Dr. Ir. Darmawan, MSc**  
**NIP : 196609011992031003**



Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 9 Februari 2012

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Dr. Ir. Adrinal, MS		Ketua
2	Ir. Asmar, MS		Sekretaris
3	Dr. Ir. Syafrimen Yasin, MSc		Anggota
4	Dr. Ir. Gusnidar, MP		Anggota
5	Dr. Ir. Herviyanti, MS		Anggota



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **Alhamdulillahirobbil' alamin...**

**Puji dan syukur ku panjatkan atas segala karunia yang telah  
Engkau limpahkan kepadaku..Ya Allah..**

**Dalam waktu yang panjang, dengan penuh kelelahan dan pengorbanan...  
aku menuai kesuksesan ini...**

**Sujud syukurku kepada-Mu...semoga jalan hidupku mendapatkan Ridho-Mu Ya Allah...Aminnn...**

**Dengan segenap cinta kupersembahkan karya kecilku ini untuk kedua orang tuaku, Martias dan  
Muharmaini tercinta, sebagai wujud bakti dan terima kasihku atas kasih sayang  
dan pengorbanan yang tak terbalas selama hidup ini,**

**mulai dari kecil sampai sekarang rendy mencapai cita-cita menjadi seorang sarjana.**

**Insyallah...jika umur masih panjang dan dengan Ridho Allah SWT, rendy akan membalas  
walaupun tidak sebesar kebaikan yang orang tuaku berikan kepada rendy...**

**Terima kasih juga untuk adik-adikku (ryan dan rini) yang telah memberikan semangat  
dan membantu abang selama ini...**

**Next, thanks so much buat kakanda soil 03 (Erick dll), 04, 05, 06  
dan khusus buat sobat2 seperjuanganku soil 07 (ichin, adio, icha, rezi, fifi, lisa, adek, viona, winda,  
dedi 'pak uwo', falma, tias, feni, anggi, laila, dede komting, andre ucok, firdan,  
fika, berry 'mbek', rebi, 'bos' Tio, dian, irwan, farihan, mela, ayu, agus, q-noi,  
darwin 'ajo', lili, nita, dede, rival 'achonk', bang berry, rahmat, resna, bang doni, riri, wira,  
rio, fitri, inda, astri 'aci', aan, putri, pantini, kiki, robby, arif, (alm) yanti) serta guru2ku tercinta...**

**yang telah banyak membantu dan memberikan masukan  
serta semangat kepada rendy selama kuliah dan pembuatan skripsi...**

**Special buat Bpk Ir. Junaidi, MP Rajo Sutan Batuah yang telah memberikan bimbingan dan  
semangat untuk rendy...In short, Thank's so much All...**

**Semoga Ilmu yang rendy dapatkan ini berguna untuk kita semua dan kedepannya kita selalu  
berada dalam Lindungan dan Ridho-Mu Ya Rabb...AMINN YRA...**



## **BIODATA**

Penulis dilahirkan di Padang, pada tanggal 27 April 1989 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Martias dan Muharmaini. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SD Negeri 03 Alang Lawas Padang, lulus tahun 2001. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) ditempuh di SMP Negeri 04 Padang, lulus tahun 2004. Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) di SMA Negeri 06 Padang, lulus tahun 2007. Pada tahun 2007 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah.

Padang, Februari 2012

Rendy Marciano

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini yang berjudul *"Pengaruh Bubuk dan Bahan Humat dari Batubara Muda terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor (P) Tanaman Jagung pada Oxisol"*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Ir. Gusnidar, MP dan Ibu Dr. Ir. Herviyanti, MS sebagai Pembimbing I dan II sekaligus juga menjadi orang tua yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan dukungan moril yang begitu berharga sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Tidak lupa penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Ketua dan Sekretaris Jurusan Tanah, seluruh dosen serta teman-teman dan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Dan penghormatan serta penghargaan tertinggi penulis sampaikan kepada orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan semangat, dorongan dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Penulis telah menyajikan skripsi ini sebaik mungkin, namun karena keterbatasan penulis, mungkin masih ditemukan beberapa kesalahan. Namun demikian, penulis mengharapkan skripsi ini berguna bagi perkembangan Ilmu Pertanian khususnya dalam bidang Ilmu Tanah.

Padang, Februari 2012

R.M



## DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Permasalahan Fosfor (P) pada Oxisol.....	5
2.2 Batubara Muda.....	6
2.3 Tanaman Jagung dan Kebutuhan Hara P.....	7
III. BAHAN DAN METODA.....	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Bahan dan Alat.....	10
3.3 Rancangan Percobaan.....	10
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.5 Pengamatan.....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Hasil analisis tanah yang digunakan untuk penelitian.....	15
4.2 Analisis tanah setelah inkubasi.....	18
4.3 Pengamatan tanaman.....	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
RINGKASAN.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	46

## DAFTAR TABEL

<b><u>Tabel</u></b>	<b><u>Halaman</u></b>
1. Ciri kimia Oxisol untuk penelitian.....	15
2. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan C-organik tanah.....	18
3. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap nilai KTK tanah.....	19
4. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan Al-dd dan pH tanah.....	21
5. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kadar Fe-dd tanah.....	23
6. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap nilai N-total tanah.....	24
7. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan P-tersedia tanah.....	25
8. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan K-dd, Ca-dd dan Mg-dd	27
9. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap tinggi tanaman jagung 77 HST.....	29
10. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap bobot kering tanaman jagung 77 HST.....	32
11. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap serapan hara P tanaman jagung 77 HST.....	35

## DAFTAR GAMBAR

<b><u>Gambar</u></b>	<b><u>Halaman</u></b>
1. Reaksi pengkhelatan Al oleh asam humat.....	23
2. Pengaruh pemberian bubuk batubara muda terhadap tinggi tanaman jagung umur 77 HST.....	30
3. Pengaruh pemberian bahan humat terhadap tinggi tanaman jagung umur 77 HST.....	30
4. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap tinggi tanaman jagung 77 HST.....	31
5. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap bobot kering batang + daun.....	34
6. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap bobot kering akar.....	34
7. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap serapan P batang + daun.....	37
8. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap serapan P akar.....	37



## DAFTAR LAMPIRAN

<b><u>Lampiran</u></b>	<b><u>Halaman</u></b>
1. Jadwal penelitian (April – September 2011).....	46
2. Deskripsi Tanaman Jagung Bima 3.....	47
3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	48
4. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	49
5. Denah penempatan pot di rumah kaca.....	50
6. Prosedur koreksi kadar air (KKA).....	51
7. Perhitungan dosis pupuk.....	52
8. Perhitungan kebutuhan bubuk batubara muda.....	53
9. Prosedur analisis tanah di laboratorium.....	56
10. Prosedur analisis tanaman di laboratorium.....	61
11. Kriteria penilaian sifat kimia tanah.....	62
12. Tabel sidik ragam masing-masing pengamatan.....	63

# **PENGARUH BUBUK DAN BAHAN HUMAT DARI BATUBARA MUDA TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN FOSFOR (P) TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**

## **ABSTRAK**

Penelitian pengaruh bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap ketersediaan dan serapan fosfor (P) tanaman jagung pada Oxisol telah dilakukan mulai bulan April sampai September 2011 di Rumah Kaca, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap beberapa sifat kimia Oxisol serta serapan Fosfor (P) tanaman jagung serta membandingkan pengaruh bubuk dan bahan humat dari batubara muda tersebut. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam 2 seri percobaan dengan 3 ulangan. Seri A adalah bubuk batubara muda dan Seri B adalah bahan humat yang diekstrak dari batubara muda. Seri A, yaitu  $A_1 = 0$ ,  $A_2 = 10$  g bubuk batubara muda,  $A_3 = 20$  g bubuk batubara muda,  $A_4 = 30$  g bubuk batubara muda,  $A_5 = 40$  g bubuk batubara muda,  $A_6 = 50$  g bubuk batubara muda. Seri B, yaitu  $B_1 = 0$ ,  $B_2 = 3.15$  g bahan humat (setara 10 g bubuk batubara muda),  $B_3 = 6.3$  g bahan humat (setara 20 g bubuk batubara muda),  $B_4 = 9.45$  g bahan humat (setara 30 g bubuk batubara muda),  $B_5 = 12.6$  g bahan humat (setara 40 g bubuk batubara muda),  $B_6 = 15.75$  g bahan humat (setara 50 g bubuk batubara muda). Jika hasil analisis berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT (Duncant New Multiple Range Test) pada taraf 5%. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian bubuk batubara muda takaran 30 g/pot meningkatkan kandungan P-tersedia tanah sebesar 9.41 ppm, bobot kering batang + daun meningkat sebesar 26.21 g/pot dan serapan hara P batang + daun dan akar meningkat sebesar 5.31 g/pot dan 0.47 g/pot. Pemberian bahan humat pada takaran 15.75 g/pot (setara dengan 50 g/pot bubuk batubara muda) meningkatkan kandungan C-organik tanah sebesar 0.63 %, nilai KTK tanah sebesar 10.06 me/100 g, pH tanah sebesar 0.71 satuan pH, nilai N-total tanah sebesar 0.06 %, kandungan P-tersedia tanah sebesar 11.62 ppm. Nilai bobot kering batang + daun meningkat sebesar 29.92 g/pot dan serapan hara P batang + daun meningkat sebesar 5.34 g/pot. Pemberian bubuk batubara muda takaran 30 g/pot mampu memperbaiki sifat kimia Oxisol, sedangkan pemberian bahan humat dengan takaran yang semakin tinggi, memperlihatkan hasil yang semakin baik terhadap sifat kimia Oxisol. Pemberian bahan humat lebih efektif dibandingkan dengan pemberian bubuk batubara muda.

# THE EFFECT OF *SUBBITUMINUS* AND HUMIC MATERIAL ON P AVAILABILITY AND PLANT ABSORPTION ON OXISOL

## ABSTRACT

A research about effect of *Subbituminus* and humic materials on P availability and plant absorption of P on Oxisol was conducted from April until September 2011 in the greenhouse as well as in Laboratory of Soil Chemistry and Fertility of the Soil Department, Faculty of Agriculture, University of Andalas Padang. The research objective was to study the effect of giving *Subbituminus* and humic materials on some chemical properties on Oxisol and plant absorption of phosphorus (P) and to compare between powder and humic material of the *Subbituminus*. This research used Completely Randomized Design (CRD) in the two series of experiments with three replications. Series A was *Subbituminus* powder ( $A_1 = 0$ ,  $A_2 = 10$  g,  $A_3 = 20$  g,  $A_4 = 30$  g,  $A_5 = 40$  g,  $A_6 = 50$  g) and Series B was humic material extracted from *Subbituminus* ( $B_1 = 0$ ,  $B_2 = 3.15$  g (equal to 10 g of *Subbituminus*),  $B_3 = 6.3$  g (equal to 20 g of *Subbituminus*),  $B_4 = 9.45$  g (equal to 30 g of *Subbituminus*),  $B_5 = 12.6$  g (equal to 40 g of *Subbituminus*),  $B_6 = 15.75$  g (equal to 50 g of *Subbituminus*)). If the results of the analysis were significantly different, the statistical analyses was continued using DNMRT (Duncant New Multiple Range Test) at the level of 5 %. The results could be concluded that application of *Subbituminus* for 30 g/pot increased soil available P content by 9.41 ppm. Dry weight of stems + leaves increased by 26.21 g/pot and absorption of P by stems + leaves and roots increased by 5.31 g/pot and 0.47 g/pot, Respectively. Giving humic material for 15.75 g/pot (equals to 50 g/pot *Subbituminus*) increased soil organic C content by 0.63 %, CEC value of soil by 10.06 me/100 g, the soil pH of 0.71 pH units, the value of soil N-total of 0.06 %, soil available P content by 11.62 ppm. Dry weight of stems + leaves increased by 29.92 g/pot and absorption of P by stems + leaves increased by 5.34 g/pot. Application *Subbituminus* for 30 g/pot could improve the chemical properties of Oxisol, while the giving humic materials with the higher dose, showed better chemical properties of Oxisol. Giving humic materials was more effective than giving *Subbituminus*.



# **I. PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Peningkatan produksi pertanian tanaman pangan pada hakekatnya untuk mencukupi kebutuhan pangan masa kini dan masa yang akan datang. Berbagai upaya telah ditempuh untuk mencapai maksud tersebut, salah satu diantaranya melalui pengelolaan tanah secara intensif. Dalam pengelolaan tanah secara intensif diperlukan manajemen tanah agar tanah dapat digunakan secara berkelanjutan sehingga produksi dapat ditingkatkan. Di sisi lain, sebagian besar lahan pertanian di Indonesia merupakan tanah kurang subur untuk tanaman pangan karena bereaksi masam dan miskin hara seperti Oxisol.

Oxisol adalah tanah tropis yang telah mengalami pelapukan lanjut, sehingga komponen tanah ini lebih didominasi oleh oksida dan hidroksida Aluminium (Al) dan Besi (Fe). Nilai pH Oxisol termasuk rendah yaitu berkisar antara 4 - 5 sehingga muatan positif mendominasi muatan koloid tanah (Brady dan Weil, 1999). Oxisol merupakan tanah tua sehingga mineral mudah lapuk tinggal sedikit (< 10 %). Kandungan liat tinggi tetapi tidak aktif sehingga Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah. Di lapangan tanah ini menunjukkan batas-batas horizon yang tidak jelas. Oxisol dulu disebut Latosol (umumnya Latosol Merah atau Merah Kekuningan, Laterik atau juga Podzolik Merah Kuning (Hardjowigeno, 2003).

Permasalahan pengelolaan pertanian pada Oxisol yang utama adalah masalah pemupukan P. Pupuk P yang diberikan tidak bisa langsung diserap oleh akar tanaman, namun akan terjerap oleh mineral oksida dan hidroksida Fe dan Al yang terdapat pada komponen mineral tanah. Oxisol yang bereaksi masam akan mengekspos muatan positif lebih banyak sehingga pertukaran anion lebih dominan terjadi. Anion yang paling banyak dijerap adalah anion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , akibatnya ion P yang diberikan melalui pupuk akan berpeluang terjerap (sorpsi) daripada diserap tanaman. Pemupukan P tidak efektif dilakukan tanpa ada tindakan ameliorasi pada Oxisol. Hal ini dibuktikan oleh Fiantis (1989), bahwa pemupukan pada Oxisol Padang Siantan sampai 150 kg  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  belum

mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kedelai karena tingginya kapasitas sorpsi P pada tanah.

Pemupukan P dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur P, karena kandungan P dalam tanah sangat rendah yaitu antara 50 ppm sampai 1500 ppm dan tidak langsung bisa tersedia bagi tanaman. Pupuk P yang ditambahkan ke dalam tanah akan berpeluang terperap oleh permukaan mineral dan diendapkan oleh mineral P sekunder seperti Aluminium-P, Besi-P dan Kalsium-P serta permukaan senyawa oksida dan hidroksida Fe/Al dan mineral liat (Havlin *et al*, 1999).

Salah satu masalah yang terpenting dari permasalahan P adalah tidak tersedianya sebahagian P bagi tanaman. Ketersediaan P tanah untuk tanaman terutama dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah itu sendiri (Soepardi, 1983). Jumlah P yang terdapat dan tersedia di dalam tanah pertanian umumnya sangat sedikit, hal ini yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Unsur P diambil tanaman dalam bentuk ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  serta dalam bentuk fosfolipida dan asam nukleat (Ahmad, 1980). Ketersediaan P tanah tergantung kepada faktor (a) pH tanah, (b) Fe, Al, dan Mn yang terkandung dalam mineral, (c) ketersediaan Ca dan mineral Ca, (d) jumlah dekomposisi bahan organik dan (e) aktivitas mikroorganisme (Hakim *et al.*, 1986).

Salah satu faktor yang mempengaruhi sorpsi P adalah kandungan bahan organik tanah. Senyawa organik dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan P tanah melalui reaksi pertukaran anion organik dengan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  pada sisi adsorpsi (Havlin *et al*, 1999). Pada tanah Oxisol kandungan bahan organiknya sangat rendah, hal ini terbukti dengan kandungan C-organik tanahnya yaitu 0,47 % (Taufiq, 1997; Balitkabi, 1998; dan Harsono, 1999) dan menjadi masalah yang memicu terjadinya sorpsi P yang lebih besar.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada pada Oxisol adalah dengan penambahan bahan organik, baik yang masih segar ataupun sudah dikomposkan. Namun, pemberian bahan organik yang biasa dilakukan dalam bentuk pupuk kandang, kompos, pupuk hijau, dan lain-lain membutuhkan jumlah yang banyak yaitu sekitar 20 - 40 ton/ha (Herviyanti, 2007). Hal ini menyulitkan petani dalam pemberian dan transportasi. Disamping itu

pemberian bahan organik ke dalam tanah juga menuju pembentukan asam humat (komponen bahan humat) dalam waktu yang cukup panjang ( $\pm 2$  tahun). Putra (2008) menjelaskan bahwa kematangan dari bahan organik (kompos) yang digunakan sangat menentukan, karena apabila kompos yang akan digunakan petani belum terdekomposisi sempurna atau komposnya masih muda dapat menyebabkan fitoktisisitas terhadap tanaman dan mempengaruhi lingkungan. Untuk itu diperlukan bahan yang mudah terdekomposisi misalnya, batubara muda jenis *Lignite*. Namun, *Lignite* di Sumatera Barat tidak ditemukan, tetapi di lain pihak terdapat batubara muda *Subbituminus*.

*Subbituminus* merupakan batubara muda dengan tingkat pembatubaraan rendah yang biasanya lebih lembut dengan materi yang rapuh dan berwarna suram seperti tanah, memiliki kelembaban yang lebih tinggi dan kadar karbon yang lebih rendah, sehingga kandungan energinya juga rendah. Oleh karena itu, *subbituminus* ini tidak efektif dimanfaatkan sebagai sumber energi dan sebaiknya dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik karena mengandung 31.5 % bahan humat yang diekstrak dengan 0.5 N NaOH (Rezki, 2007).

Karakteristik yang paling khusus dari bahan humat adalah kemampuannya mengkhelat ion logam, oksida, hidroksida mineral dan organik, termasuk pencemar beracun, untuk membentuk asosiasi, baik yang larut dalam air maupun yang tidak larut didalam air dari berbagai stabilitas kimia dan biologi yang berbeda. Interaksi ini dijelaskan sebagai reaksi pertukaran ion, jerapan permukaan, pengkhelatan, peptisasi, dan koagulasi (Huang dan Schnitzer, 1997). Karena itu, P yang dijerap oleh logam dan penjerap P lainnya dapat dibebaskan dan menjadi tersedia bagi tanaman (Soedarmadi *et al.*, 2005)

Bahan humat dapat membentuk reaksi kompleks yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung bahan humat diketahui dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Secara langsung bahan humat dapat merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap metabolisme dan terhadap sejumlah proses fisiologi lainnya (Tan, 1995).



Berdasarkan penelitian Herviyanti, Ahmad, Gusnidar dan Saidi (2009) pemberian bahan humat 400 ppm dan 800 ppm dengan pemupukan P 75 % dan 100 % rekomendasi lebih baik dari kombinasi perlakuan lain yang dapat meningkatkan P tersedia dan serapan P. Jika bubuk batubara yang diiringi dengan pemupukan P, apakah lebih baik dalam memperbaiki sifat kimia Oxisol, serta mampukah bubuk batubara muda menyamai penggunaan bahan humat, semua pertanyaan tersebut perlu dijawab melalui satu penelitian.

Sebagai tanaman indikator digunakan tanaman jagung. Tanaman Jagung (*Zea mays L*) merupakan salah satu tanaman pangan, bahkan menjadi makanan pokok bagi sebagian penduduk Indonesia Timur seperti Maluku, Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dikemukakan di atas penulis telah melaksanakan penelitian dengan judul: ***"Pengaruh Bubuk dan Bahan Humat dari Batubara Muda Terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor (P) Tanaman Jagung Pada Oxisol"***.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap beberapa sifat kimia Oxisol serta serapan Fosfor (P) tanaman jagung serta membandingkan pengaruh bubuk dan bahan humat dari batubara muda tersebut.

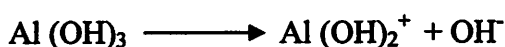
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Permasalahan Fosfor (P) pada Oxisol

Oxisol adalah tanah mineral yang kaya akan seskuioksida yang telah mengalami pelapukan lanjut dan banyak terdapat di daerah sekitar khatulistiwa. Oxisol di Sumatera Barat terdapat cukup luas yaitu 3.14 % atau 109.534 ha. Tanah ini dicirikan oleh adanya horizon oksik pada kedalaman kurang dari 1.5 m atau memiliki horizon kandik tetapi jumlah mineral liat mudah lapuknya memenuhi syarat untuk horizon oksik. Horizon Oksik memiliki ciri-ciri : ketebalan 30 cm atau lebih, struktur lempung berpasir, kandungan mineral melapuk dalam fraksi 50 sampai 200  $\mu$  kurang dari 10 %, terdapat struktur batuan < 5 % dari volume tanah, terdapat peningkatan liat dalam fraksi tanah halus dengan bertambahnya kedalaman (Soil Survey Staff, 1999).

Oxisol merupakan tanah tua sehingga mineral mudah lapuk sedikit (< 10 %). Kandungan liat tinggi tetapi tidak aktif sehingga Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah. Tanah ini banyak mengandung oksida-oksida besi atau oksida Al. Di lapangan tanah ini menunjukkan batas-batas horizon yang tidak jelas. Tanah ini dulu disebut tanah Latosol (umumnya Latosol Merah atau Merah Kekuningan, Laterik atau juga Podzolik Merah Kuning (Hardjowigeno, 2003).

Oxisol merupakan salah satu tanah mineral masam karena memiliki pH yang rendah yaitu antara 4 - 5 (Brady dan Weil, 1999). Tanah-tanah mineral masam yang mempunyai pH rendah (< 6) memiliki banyak oksida-oksida Fe yang bermuatan positif. Oksida-oksida Fe ini dalam proses kimiawi dalam tanah dapat menjerap atau mensorpsi anion. Reaksi ini disebut reaksi non-spesifik yang tergantung pada muatan ion. Tetapi anion-anion tertentu dapat dijerap dengan kuat pada permukaan oksida-oksida Fe salah satunya anion  $\text{PO}_4^-$  (Hingston *et al.*, 1968; Atkinson *et al.*, 1974; Bowden *et al.*, 1977; Taylor dan Elis., 1978 *cit* Siradz., 2000). Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa oksida Al dan Fe sering bermuatan positif dan dapat melakukan fiksasi P dengan kuat melalui pertukaran anion sebagai berikut :



Sifat dan ciri yang penting dari Oxisol ini adalah mempunyai horizon bawah Oksik yang dalam. Pelapukan dan pencucian yang intensif pada lapisan tanah bagian atas menyebabkan unsur Si terkikis dan menumpuk pada bagian bawah. Sehingga yang tersisa adalah beberapa mineral liat tipe 1 : 1, tetapi tetap didominasi oleh hidroksida (Brady dan Weil, 1999).

Menurut Penelitian Harianti (2008), Oxisol mempunyai daya sorpsi P yang sangat tinggi sedangkan desorpsi P sangat rendah. Oxisol Padang Siantan mampu mensorpsi P sampai 99 % dari larutan P yang ditambahkan, dan P yang dapat dilepaskan maksimal hanya 1.67 % dari P yang ditambahkan, jadi hanya sedikit sekali P yang didesorpsi atau dilepaskan.

Rendahnya ketersediaan P pada Oxisol disebabkan oleh terjerapnya P oleh komponen-komponen tanah sehingga membentuk senyawa P yang tidak larut. Reaksi unsur berupa pupuk P yang ditambahkan ke dalam tanah dengan kation-kation seperti Fe dan Al, menyebabkan P menjadi tidak tersedia dalam tanah yang disebut dengan retensi atau penyematan P (Tan, 1992). Jumlah P yang dapat di retensi dipengaruhi oleh pH tanah dan kandungan Fe dan Al bebas. Retensi P akan menurun dengan peningkatan pH, dan retensi P maksimum berlangsung pada pH 3 - 4 (Shoji *et al*, 1993).

Retensi P bisa bernilai agak rendah, bila jumlah Al yang dapat dipertukarkan rendah sekali, karena korelasinya sedemikian rupa sehingga Al terkandung rapat ditengah-tengah ligan-ligan asam humik. Sebaliknya nilai retensi P bisa tinggi sekali bila ratio Al/ligan organik tinggi, berkemungkinan besar juga memiliki Al yang dapat dipertukarkan (Tan, 1998). Mekanisme jerapan P oleh hidroksida Fe dan Al terjadi melalui pertukaran anion, yaitu lepasnya OH<sup>-</sup> kelarutan tanah setelah terjadinya pengikatan P oleh permukaan koloid tanah (Sanchez, 1976). Oksida Fe dan Al mempunyai retensi P yang tinggi karena luas permukaan yang besar dan ketergantungan muatan pada pH (Breeuwsma, 1973 *cit* Siradz, 2000).

## 2.2 Batubara Muda

*Subbituminus* merupakan batubara muda dengan tingkat pembatubaraan rendah yang biasanya lebih lembut dengan materi yang rapuh dan berwarna suram seperti tanah, memiliki kelembaban yang lebih tinggi dan kadar karbon (C) yang



lebih rendah, sehingga kandungan energinya juga rendah. Oleh karena itu, *subbituminus* ini tidak efektif dimanfaatkan sebagai sumber energi dan sebaiknya dimanfaatkan sebagai sumber bahan humat (Herviyanti *et al*, 2009). Berdasarkan penelitian Rezki (2007) memperoleh 31.5 % bahan humat dari batubara muda Kabupaten Pasaman dan 15.4 % bahan humat dari batubara Kota Sawahlunto yang diekstrak dengan 0.5 N NaOH.

Tirasonjaya (2006) *cit* Rezki (2007) menyatakan bahwa dalam pembentukannya batubara diperkaya dengan berbagai polimer organik yang berasal dari karbohidrat, lignin dan material organik lainnya. Namun, dekomposisi dari polimer-polimer ini bervariasi tergantung pada jenis dari tumbuhan penyusunnya.

Cadangan batubara sangat banyak dan tersebar luas. Diperkirakan terdapat lebih dari 984 milyar ton cadangan batubara diseluruh dunia yang tersebar lebih dari 70 negara. Batubara yang terdapat di Indonesia mencapai sekitar 38.8 milyar ton, 70 % merupakan batubara muda dan 30 % sisanya merupakan batubara tua dengan kualitas tinggi (Raharjo, 2006 *cit* Rezki, 2007).

### **2.3 Tanaman Jagung dan Kebutuhan Hara P**

Jagung (*Zea mays L*) merupakan bahan pangan pokok utama setelah padi. Keunggulan jagung dibanding komoditas pangan lainnya adalah kandungan gizinya lebih tinggi dari beras. Sumber daya alam Indonesia sangat mendukung untuk pembudidayaan jagung, teknologi budidaya hingga pengolahan juga tersedia. Selain sebagai bahan makanan, jagung juga dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak dan komoditas ekspor (Suprpto dan Marzuki, 2002).

Untuk mendapatkan hasil panen yang maksimal, tanaman jagung perlu diberi pupuk. Pemberian pupuk ini dapat meningkatkan panen jagung secara kuantitatif dan kualitatif. Persediaan unsur hara yang cukup pada setiap fase pertumbuhan merupakan syarat mutlak untuk pertumbuhan yang baik (Warisno, 1998; Rinsema, 1983).

Tanaman jagung (*Zea mays L*), termasuk *graminae* yang dapat tumbuh diberbagai macam iklim. Jagung mempunyai daya adaptasi yang lebih tinggi dibandingkan tanaman serelia lainnya. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian 250 – 1000 m dpl. Jagung dapat tumbuh baik pada tanah

beriklim panas dan daerah yang beriklim sedang, yaitu temperatur 23 - 27°C (Suprpto dan Marzuki, 2002).

Jagung dapat tumbuh di hampir semua jenis tanah, tanah berpasir maupun berliat berat. Namun, tanaman ini akan tumbuh lebih baik pada tanah yang gembur dan kaya akan humus dengan pH antara 5.5 – 7.0. Tanah yang padat serta menahan air tidak baik bila ditanami jagung. Pada pH yang kurang dari 5.5 dianjurkan diberi kapur untuk meningkatkan pH. Tanah-tanah yang mempunyai pH kurang dari 5.5 akan mengakibatkan Al, Fe dan unsur mikro lainnya banyak terlarut sehingga meracuni bagi tanaman. Di lain pihak, unsur P banyak diikat oleh Al dan Fe, sehingga tidak dapat diserap tanaman jagung (Hakim, 1982 ; Suprpto dan Marzuki, 2002).

Unsur P merupakan hara utama yang dibutuhkan tanaman jagung disamping N dan K. Peranan P secara umum sangat penting dalam menyimpan dan transfer energi seperti ATP, ADP, penyusun protein, perbaikan kualitas tanaman dan untuk ketahanan tanaman (Hardjowigeno, 2003). Disamping itu, P dapat mempercepat pembungaan, pemasakan buah dan biji serta gabah, dan meningkatkan produksi biji-bijian (Sutedjo, 1994).

Menurut AAK (1993), unsur-unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman jagung adalah N, P, dan K. Effendi (1979) menyatakan bahwa tanaman jagung selama pertumbuhannya membutuhkan unsur hara P yang hampir sama dengan kebutuhan unsur hara N. Tanaman jagung yang masih muda membutuhkan persentase unsur P lebih tinggi dibandingkan stadia selanjutnya (Suprpto dan Marzuki, 2002).

Gejala kekurangan unsur P pada tanaman jagung biasanya tampak pada awal pertumbuhan. Kekurangan P pada tanaman ini dapat menyebabkan tanaman kerdil, daun menjadi berwarna ungu atau merah muda, ujung daun menjadi mati dan berwarna coklat gelap. Tanaman yang masih mampu berbuah, akan menghasilkan tongkol yang tidak sempurna dan barisan bijinya menjadi tidak teratur (Tim Penulis Penebar Swadaya, 1993).

Fosfor (P) merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (unsur makro). Jumlah P dalam tanah lebih sedikit dibandingkan dengan Nitrogen (N) dan Kalium (K) tetapi P dianggap sebagai kunci kehidupan (Sanchez, 1976).

Bentuk P dalam pupuk adalah dalam  $P_2O_5$ . Salah satu bentuk pupuk P inorganik adalah pupuk SP-36. Rumus kimia jenis pupuk SP-36 adalah  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ . Kadar  $P_2O_5$  pupuk ini sekitar 36 % (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Peranan P adalah mempercepat masakny buah dan biji tanaman. Kekurangan unsur P pada tanaman akan mempengaruhi proses fisiologis tanaman. Contohnya pada tanaman jagung (*Zea mays L*) kekurangan unsur P akan menyebabkan tanaman menjadi kuning pada batangnya dan warna daun menjadi purple (keungu-unguan) dan kecoklatan serta pembentukan antosianin terhambat (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Efisiensi pupuk P pada umumnya hanya mencapai 15 – 20 % dan karena hara P tidak mobil , maka sebagian besar tetap berada dalam tanah terikat oleh partikel tanah atau bahan organik (Barber, 1976 *cit* Puslittan, 2004).

Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1992) juga menyatakan bahwa Efisiensi P pada lahan pertanian itu rendah, karena dari sekian banyak pupuk P yang diberikan hanya 10 – 30 % saja yang dapat dipergunakan oleh tanaman. Hal ini terjadi karena adanya proses pengikatan atau fiksasi P yang cukup tinggi oleh tanah terhadap pupuk yang diberikan. Pada tanah yang bersifat basa (pH tinggi), fiksasi P terjadi dengan Ca dan terbentuk ikatan Ca-P yang bersifat sukar larut, sehingga bentuk P ini sukar atau bahkan tidak tersedia bagi tanaman. Pada tanah yang bersifat masam (pH rendah), fiksasi P terjadi dengan Fe atau Al dan terbentuk ikatan Fe-P atau Al-P yang juga sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman.

Selain itu, menurut SK Kakanwil Deptan dalam surat Rekomendasi teknologi pertanian mengenai pemupukan P di NTB menjelaskan bahwa P yang terserap oleh tanaman itu kurang dari 20 %, padahal hara P yang terdapat dalam tanah itu cukup tinggi yaitu berkisar 0,05 % yang setara dengan 2.4 ton  $P_2O_5$ /ha. Hal ini disebabkan karena hara P tidak mobil sehingga P yang tidak terserap oleh tanaman akan tetap tertimbun dalam tanah dalam bentuk Feri Posfat, Calsium Posfat atau diikat oleh bahan organik (Kakanwil Deptan, 1999).

### **III. BAHAN DAN METODA**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan April sampai September 2011 yang bertempat di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Untuk analisis tanah dan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Jadwal kegiatan penelitian disajikan pada Lampiran 1.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah batubara muda tipe *subbituminus* yang diambil dari Kecamatan Bonjol, Kabupaten Pasaman. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tanah ordo Oxisol yang berasal dari Padang Siantan Kecamatan Luhak Kabupaten 50 Kota Provinsi Sumatera Barat. Sampel tanah diambil dari lapisan atas pada kedalaman 0 – 20 cm. Benih yang digunakan adalah Varietas Bima 3. Deskripsi ditampilkan pada Lampiran 2. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis tanah dan tanaman disajikan pada Lampiran 3. Alat-alat yang digunakan di Rumah kaca adalah ember plastik ukuran 10 kg. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis tanah dan tanaman dapat dilihat pada Lampiran 4.

#### **3.3. Rancangan Percobaan**

Penelitian ini berupa percobaan pot dengan 2 seri percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Seri A adalah bubuk batubara muda dan Seri B adalah bahan humat yang diekstrak dari batubara muda yang setara dengan bobot bubuk batubara muda dari seri A.

Seri A (bubuk batubara muda) dengan takaran :

$$A_1 = 0$$

$$A_2 = 10 \text{ g bubuk batubara/pot setara dengan } 2 \text{ ton/ha}$$

$$A_3 = 20 \text{ g bubuk batubara/pot setara dengan } 4 \text{ ton/ha}$$

$$A_4 = 30 \text{ g bubuk batubara/pot setara dengan } 6 \text{ ton/ha}$$

$$A_5 = 40 \text{ g bubuk batubara/pot setara dengan } 8 \text{ ton/ha}$$

$$A_6 = 50 \text{ g bubuk batubara/pot setara dengan } 10 \text{ ton/ha}$$

Seri B (bahan humat) dengan takaran :

$$B_1 = 0$$

$$B_2 = 3.15 \text{ g bahan humat (setara 10 g bubuk batubara muda)}$$

$$B_3 = 6.3 \text{ g bahan humat (setara 20 g bubuk batubara muda)}$$

$$B_4 = 9.45 \text{ g bahan humat (setara 30 g bubuk batubara muda)}$$

$$B_5 = 12.6 \text{ g bahan humat (setara 40 g bubuk batubara muda)}$$

$$B_6 = 15.75 \text{ g bahan humat (setara 50 g bubuk batubara muda)}$$

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji F pada taraf 5 %. Jika hasil pengujian dengan uji F taraf 5 % berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjutan DNMRRT taraf nyata 5 %.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Pengambilan dan persiapan batubara

Jenis batubara yang digunakan adalah *Subbituminus* diambil dari Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman Sumatera Barat pada kedalaman 1 – 2 m dari permukaan tanah. Tipe dari batubara ini adalah *Subbituminus* berdasarkan hasil percobaan pendahuluan Rezki (2007). Batubara dihaluskan dengan menggunakan gerondong (mesin penghalus batu), kemudian diayak dengan kehalusan ayakan 63  $\mu\text{m}$ .

#### 3.4.2. Ekstraksi bahan humat dari batubara

Batubara yang diambil di Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman terlebih dahulu dicuci dan dibersihkan serta digiling halus dengan menggunakan lumpang porselen, kemudian diayak dengan kehalusan 63  $\mu\text{m}$ . Hasil ayakan diambil 1 g dan dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse yang telah diketahui beratnya, lalu ditambahkan 10 ml larutan 0,5  $\text{N}$  NaOH. Dikocok dengan horizontal shaker selama 30 menit lalu disentrifuse selama 15 - 30 menit (sampai larutan terpisah) dengan kecepatan 4000 rpm. Hasil ekstrak yang telah terpisah dituangkan kedalam labu ukur 100 ml melalui saringan kertas filter no. 42 yang telah diketahui beratnya. Padatan atau sisa dari batubara dan larutan terpisah. Setelah disaring tambahkan lagi 10 ml  $\text{H}_2\text{O}$  ke dalam endapan batubara, kocok, sentrifuse dengan waktu yang sama. Hal ini dilakukan berulang kali sehingga ekstrak menjadi jernih atau sampai sisa batubara tercuci bersih. Setelah itu bilas kertas saring dengan  $\text{H}_2\text{O}$  hingga bersih. Air pembilas ditampung kedalam labu ukur



sehingga mencapai volume 100 ml. Untuk mengetahui berat bahan humat, tabung bersama sisa batubara dikeringkan di dalam oven dengan suhu 40°C selama 48 jam. Berat awal dikurang sisa batubara itulah bahan humat yang terekstrak.

#### **3.4.3. Persiapan sampel tanah**

Sampel tanah diambil pada kedalaman 0 - 20 cm dari permukaan tanah secara komposit. Sampel dikering anginkan, dihaluskan kemudian diayak dengan ayakan 2 mm, lalu diaduk sempurna. Sampel tanah yang telah diayak ini ditetapkan kadar air tanah (KA). Setelah itu dimasukkan kedalam pot/ember plastik masing-masingnya 10 kg/pot setara kering mutlak, dengan jumlah pot adalah 36 pot.

#### **3.4.4. Pemberian perlakuan**

Tanah yang telah dimasukkan ke dalam pot, lalu diberi bahan humat dan bubuk batubara sesuai perlakuan lalu diaduk sampai rata dan diinkubasi selama seminggu. Setelah itu dilakukan pemberian pupuk P sesuai rekomendasi pupuk SP-36 300 kg/ha (Sembiring, 1996). Sebelum diberikan ke tanah, pupuk P sedikit dihaluskan dengan menggunakan lumpang porselen kemudian diinkubasi lagi selama 1 minggu, dan setelah itu dilakukan pengambilan sampel tanah pada masing-masing perlakuan.

#### **3.4.5. Pemupukan dan penanaman**

Pemberian pupuk setiap pot didasarkan pada populasi/ha. Pemberian pupuk N (5.62 g/pot) dan K (4.68 g/pot) sesuai rekomendasi masing-masing pupuk untuk tanaman jagung yaitu 300 kg Urea dan 250 kg KCl ha<sup>-1</sup> (Sembiring, 1996) dilakukan pada saat tanam, kecuali pupuk Urea. Pupuk Urea diberikan dalam dua tahap, dimana tahap I dilakukan pada saat tanam dengan dosis 150 kg/ha dan tahap II dilakukan pada saat tanaman berumur 30 hari setelah tanam (HST) dengan dosis 150 kg/ha. Pupuk tersebut ditebarkan secara merata ke tanah perpot pada kedalaman 5 cm di bawah permukaan tanah dengan cara mengeluarkan tanah sedalam 5 cm dan ditutup kembali setelah pupuk ditebarkan. Setelah itu benih jagung terlebih dahulu dilumasi Rhidomil sebelum tanam dengan tujuan untuk mencegah penyakit bulai pada jagung. Setelah itu benih jagung ditugalkan ke dalam tanah sebanyak 3 biji dengan kedalaman  $\pm$  2.5 cm dengan tujuan benih jagung tidak berkontak langsung dengan pupuk. Seminggu

setelah penanaman tanaman diseleksi dan ditinggalkan 1 tanaman yang terbaik untuk setiap pot.

#### **3.4.6. Pemeliharaan**

Pemeliharaan meliputi penyiraman dilakukan setiap hari dan penyiangan gulma dilakukan dengan cara mencabut setiap ada gulma yang tumbuh. Perlindungan tanaman dari serangan hama ke dalam lubang tanaman diberikan Curater sekitar 1 g/lubang dan disemprot dengan Lebaycide konsentrasi 1.8 ml/l.

#### **3.4.7. Panen**

Panen dilakukan pada saat tanaman berumur vegetatif maksimum yang ditandai oleh adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum kemunculan bunga betina (silk/rambut tongkol). Panen ini dilakukan pada umur 77 HST.

### **3.5 Pengamatan**

#### **3.5.1. Analisis tanah**

Analisis kimia tanah dilakukan sebanyak dua kali, yakni pada awal penelitian, sebelum diberi perlakuan dan setelah inkubasi bubuk batubara dan bahan humat. Analisis kimia tanah awal di Laboratorium meliputi pengukuran pH tanah H<sub>2</sub>O dan KCl (1 : 1) dengan metode elektrometrik, pengukuran C-organik dengan metode Walkley and Black, P-tersedia dengan metode Bray II, N total dengan metode Kjeldhal, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dengan metode Leaching, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd dan Al-dd dengan metode ekstraksi 1 N ammonium asetat pH 7 serta diukur dengan Atomic Absorption Spectrometer (AAS). Analisis tanah setelah inkubasi meliputi pengukuran pH tanah (pH H<sub>2</sub>O dan KCl), C-organik, P-tersedia, KTK dan Al-dd dengan metode yang sama pada analisis tanah awal. Prosedur analisis kimia tanah disajikan pada Lampiran 9. Hasil analisis kimia tanah setelah inkubasi bubuk batubara muda dan bahan humat dianalisis secara statistik dengan uji F menurut rancangan acak lengkap (RAL), dan untuk perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji DNMRD pada taraf 5 %.

#### **3.5.2. Pengamatan tanaman**

##### **1. Tinggi tanaman (cm)**

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari atas permukaan tanah sampai ujung daun, untuk memudahkan pengukuran digunakan ajir. Pengukuran dimulai

saat tanaman berumur 2 HST dengan interval waktu 1 kali seminggu sampai masa vegetatif maksimum.

## **2. Bobot kering tanaman**

Bobot kering tanaman yang diamati adalah berat kering bagian atas (batang dan daun) serta bagian bawah (akar) tanaman. Masing-masing bagian dibersihkan dan dibilas dengan aquadest, setelah dibilas ditimbang bobot segarnya (BS). Bagian tanaman yang telah ditimbang bobot segar (BS), kemudian dimasukkan ke dalam kantong kertas lalu dikeringkan dalam oven selama 2 x 24 jam pada suhu 65<sup>0</sup>C. Setelah diovenkan kemudian ditimbang bobot kering (BK).

## **3. Serapan P tanaman**

Sampel tanaman yang telah diovenkan dan ditimbang bobot keringnya, dihaluskan dan digrinder untuk analisis P tanaman. Prosedur P tanaman dapat dilihat pada Lampiran 10. Selanjutnya dilakukan analisis serapan hara P tanaman dengan menggunakan rumus :

Serapan P tanaman (g/pot) = % P tanaman x berat kering tanaman per pot (g)

Semua pengamatan tanaman yang didapatkan di analisis secara statistik dengan uji F menurut rancangan acak lengkap (RAL), dan untuk perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji DNMRD pada taraf 5 %.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Analisis Tanah yang Digunakan untuk Penelitian

Tanah yang digunakan untuk penelitian mempunyai ciri kimia seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Ciri kimia Oxisol untuk penelitian

Parameter Analisis	Nilai	Kriteria
pH H <sub>2</sub> O (1 : 1)	4.16	Sangat masam <sup>*)</sup>
C-Organik (%)	1.32	Rendah <sup>*)</sup>
N-Total (%)	0.12	Rendah <sup>*)</sup>
C/N	11	Sedang <sup>*)</sup>
P-Tersedia (ppm)	9.59	Rendah <sup>**)</sup>
KTK (me/100 g)	6.16	Rendah <sup>*)</sup>
Na-dd (me/100 g)	0.36	Rendah <sup>*)</sup>
Ca-dd (me/100 g)	0.11	Sangat rendah <sup>*)</sup>
Mg-dd (me/100 g)	0.12	Sangat rendah <sup>*)</sup>
K-dd (me/100 g)	0.24	Rendah <sup>*)</sup>
Al-dd (me/100 g)	2.80	-
Kej Al (%)	77.13	Sangat tinggi <sup>*)</sup>
Fe-dd (ppm)	97.53	Sangat tinggi <sup>***)</sup>
KB (%)	13.47	Sangat rendah <sup>*)</sup>

\*) Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 *cit* Hardjowigeno, 2003)

\*\*) Team 4 Architects and Consulting Engineer bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (1981)

\*\*\*) Lembaga Penelitian Tanah (LPT) Bogor *cit* Sarief, (1986)

Oxisol yang digunakan untuk penelitian merupakan tanah yang miskin unsur hara dan memiliki tingkat kesuburan tanah yang sangat rendah. Hal ini terlihat dari hasil analisis kimia tanah seperti pH yang sangat masam, P-tersedia rendah, N-total rendah, C-organik rendah, Fe-dd sangat tinggi, kejenuhan Al tinggi, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, basa-basa (Ca dan Mg) sangat rendah, Na dan K rendah dan kejenuhan basa (KB) tergolong sangat rendah. Darmawijaya (1990) mengemukakan bahwa, ketersediaan hara yang rendah pada Oxisol disebabkan karena tanah ini merupakan tanah berumur lanjut yang telah mengalami pelapukan intensif sehingga terjadi pencucian unsur-unsur basa yang menyebabkan kadar hara menjadi rendah. Hakim *et al.* (1986) menyatakan bahwa, kation H dan Al yang terjerap pada permukaan koloid merupakan penyebab kemasaman. Curah hujan dan suhu yang tinggi di daerah tropik menyebabkan

pelapukan bahan induk intensif. Basa-basa dan Al akan dibebaskan ke dalam larutan tanah. Basa-basa mudah tercuci sedangkan Al mudah terjerap bersama ion H. Dalam keadaan tanah sangat masam, Al menjadi sangat larut yang dijumpai dalam bentuk kation  $Al^{3+}$  dan hidroksida Al. Kedua ion Al itu lebih mudah terjerap pada koloid liat dari pada ion H. Aluminium yang terjerap ini berada dalam keadaan seimbang dengan Al dalam larutan tanah. Oleh karena Al berada dalam larutan mudah terhidrolisis, maka Al merupakan penyebab utama kemasaman atau penyumbang ion H. Ion H yang dibebaskan akan memberikan nilai pH rendah bagi larutan tanah.

Aluminium dan Fe oksida dapat mengikat P sehingga ketersediannya rendah. Penambahan P dalam bentuk pupuk juga akan dapat diikat oleh Al dan Fe. Untuk itu, perlu penambahan amelioran seperti bahan humat agar ketersediaan P lebih meningkat dalam tanah. Hermansah (1993) dan Herviyanti (2003) mengemukakan bahwa kesuburan Oxisol Padang Siantah tergolong rendah. Hal ini terlihat dari rendahnya kandungan hara makro terutama P. Begitu juga dengan basa-basa yang dapat dipertukarkan dan C-organik juga tergolong rendah.

Reaksi Oxisol yang masam dipengaruhi oleh jumlah Al-dd (2.80 me/100 g) dan kejenuhan Al (77.13 %) yang sangat tinggi pada lapisan olah. Banyaknya jumlah Al-dd yang terjerap pada permukaan koloid tanah akan menyebabkan terjadinya hidrolisis yang dapat menyumbangkan ion  $H^+$  dalam jumlah yang cukup banyak sehingga tanah bereaksi masam.

Selain rendahnya pH dan kejenuhan Al yang sangat tinggi, kandungan P tersedia tanah juga tergolong rendah dengan nilai 9.59 ppm, berarti ketersediaan P tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman. Rendahnya ketersediaan P pada Oxisol diduga disebabkan oleh tingginya kandungan liat, terutama liat tipe 1 : 1 dan seskuioksidanya. Menurut Hernandes dan Burham (1982 *cit* Hermansah, 1993), besarnya pengikatan P yang terjadi pada suatu jenis tanah berhubungan dengan kandungan oksida dan oksida hidrat dari Al, Fe serta kandungan liatnya. Semakin tinggi kandungan komponen tersebut di dalam tanah semakin tinggi pula pengikatan P. Reaksi tanah yang tergolong masam juga mempengaruhi ketersediaan P dalam tanah. Pernyataan ini diperkuat oleh Hardjowigeno (2003), rendahnya ketersediaan P pada Oxisol disebabkan oleh pH yang bersifat masam



dan terjadinya fiksasi P oleh Al dan Fe yang bermuatan positif, sehingga P sukar tersedia bagi tanaman.

Mineral utama pada Oxisol adalah kaolinit (tipe 1 : 1) yang mempunyai muatan negatif yang berubah-ubah tergantung pH menyebabkan kapasitas tukar kation (KTK) menjadi rendah yaitu dengan nilai 6.16 me/100 g. Tan (2010) menyatakan bahwa kapasitas tukar kation kaolinit sangat rendah dan dapat berubah dengan pH, biasanya nilai KTK berkisar antara 1 dan 10 me/100 g. Hardjowigeno (2003) juga menambahkan bahwa tanah-tanah yang tua seperti Oxisol mempunyai KTK yang rendah koloidnya, dan banyak terdiri dari seskuioksida. Jumlah KTK, C-organik serta basa-basa yang dapat ditukar (K dan Na) rendah, Mg dan Ca yang tergolong sangat rendah disebabkan karena Oxisol telah mengalami pelapukan yang lanjut sehingga kation-kation basa yang telah banyak hilang yang terjadi melalui proses pencucian selama proses pembentukan tanah. Brady dan Weil (1999) menyatakan bahwa persentase kejenuhan basa pada Oxisol sangat rendah sampai sedang, sehingga mempunyai kapasitas yang terbatas dalam mengikat kation-kation hara seperti  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+}$  dan K. Hal inilah yang menyebabkan Oxisol mempunyai tingkat kesuburan yang rendah dan bereaksi masam.

Kandungan N-total tergolong rendah dengan nilai 0.12 %. Hal ini disebabkan karena Oxisol telah mengalami pelapukan lanjut. Unsur hara N terdapat dalam jumlah yang sedikit pada tanah mineral. Sebagian besar unsur ini berada dalam bentuk organik, sehingga merupakan senyawa tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Disamping itu, N juga dapat berasal dari air hujan dan irigasi (Hakim *et al.*, 1986). Kandungan C-organik tanah juga tergolong rendah dengan nilai 1.32 %. Oleh sebab itu, diperlukan penambahan bahan organik sebagai sumber asam humat dan fulfat (komponen bahan humat) yang juga mengandung nitrogen. Seperti yang dikemukakan oleh Schnitzer dan Khan 1972, Martin *et al.* 1977 (*cit* Tan, 2010) bahwa asam humat (komponen bahan humat) pada Oxisol memiliki karakterisasi kimia dan komposisi sebagai berikut : C 44.3 %, H 7.7 %, O 38.0 % dan N 2.1 %.

Kondisi kesuburan tanah yang rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang baik. Oleh sebab itu, untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman

yang baik diperlukan perbaikan kondisi kesuburan tanah terlebih dahulu. Salah satu caranya dengan pemberian amelioran seperti bahan humat. Bahan humat dapat membentuk reaksi kompleks yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung bahan humat diketahui dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Secara langsung dilaporkan merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap metabolisme dan terhadap sejumlah proses fisiologi lainnya (Tan, 1995).

4.2 Analisis Tanah Setelah Inkubasi

4.2.1 Kandungan C-organik tanah

Pemberian bubuk batubara muda memberikan pengaruh yang tidak nyata secara statistik terhadap kandungan C-organik tanah, sedangkan pemberian bahan humat memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap kandungan C-organik tanah, dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 12. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan C-organik tanah

Takaran bubuk batubara muda		Takaran bahan humat	
	C-organik tanah		C-organik tanah
(g/pot)	%	(g/pot)	%
0	1.55	0.00	1.39 c
10	1.72	3.15	1.49 c
20	1.78	6.30	1.58 c
30	2.00	9.45	1.69 bc
40	1.75	12.60	1.95 ab
50	1.89	15.75	2.02 a
KK = 11.55 %		KK = 10.93 %	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DN MRT pada taraf 5 %

Dari Tabel 2, terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda belum mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah. Sedangkan untuk pemberian bahan humat, peningkatan kandungan C-organik tanah tertinggi terjadi pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu mencapai 0.63 % dibandingkan dengan kontrol. Kandungan C-organik pada takaran bahan humat 15.75 g/pot ini juga

berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bahan humat 3.15, 6.3 dan 9.45 g/pot.

Berdasarkan data tersebut, ternyata pemberian bahan humat lebih efektif meningkatkan kandungan C-organik tanah dibandingkan bubuk batubara muda. Hal ini adalah akibat bahan humat mampu menyumbangkan sejumlah C. Hakim *et al.* (1986), menjelaskan bahwa karbon merupakan unsur hara utama yang terdapat pada bahan organik sehingga dekomposisi bahan organik akan membebaskan sejumlah karbon yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dan sebagian dari karbon tersebut akan digunakan oleh mikroorganisme untuk sintesa sel-selnya. Semakin tinggi takaran bahan humat yang diberikan semakin banyak pula C yang dibebaskan.

4.2.2 Nilai KTK tanah

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat diketahui bahwa pemberian bubuk batubara muda memberikan pengaruh tidak nyata secara statistik terhadap nilai KTK tanah, namun pada pemberian bahan humat memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap nilai KTK tanah. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh pemberian dan bahan humat dari bubuk batubara muda pada berbagai takaran terhadap nilai KTK tanah

Takaran bubuk batubara muda	KTK tanah	Takaran bahan humat	KTK tanah
(g/pot)	me/100 g	(g/pot)	me/100 g
0	6.76	0.00	6.76 e
10	7.78	3.15	9.36 d
20	8.34	6.30	10.26 cd
30	8.88	9.45	12.14 bc
40	8.25	12.60	13.91 b
50	8.00	15.75	16.82 a
KK = 19.17 %		KK = 12.52 %	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

Pada Tabel 3, terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda meningkat walaupun sedikit, akan tetapi tidak berbeda nyata satu sama lain, sehingga pemberian bubuk batubara muda belum memberikan pengaruh nyata terhadap nilai KTK tanah. Sedangkan pada pemberian bahan humat, peningkatan nilai

KTK tanah tertinggi terjadi pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 10.06 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Nilai KTK tanah pada takaran bahan humat 15.75 g/pot ini berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bahan humat 3.15, 6.3, 9.45 dan 12.6 g/pot.

Berdasarkan data tersebut, ternyata penggunaan bahan humat lebih baik pengaruhnya terhadap nilai KTK tanah dibandingkan pemberian bubuk batubara muda. Hal ini diakibatkan bahan humat memiliki nilai KTK lebih besar dari mineral liat jadi nilai KTK tanah akan meningkat sesuai dengan semakin besarnya takaran bahan humat yang diberikan ke tanah. Pemberian bahan humat akan menyebabkan jumlah gugus fungsional seperti karboksil  $\text{-COOH}$  dan phenolic  $\text{-OH}$  meningkat, sehingga sumber muatan negatif akan meningkat pula. Artinya, peningkatan jumlah muatan negatif pada koloid tanah menyebabkan nilai KTK tanah akan meningkat pula. Soegiman (1982) menyatakan bahwa, dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat meningkatkan muatan negatif melalui disosiasi gugus karboksil ( $\text{COO}^-$ ) dan phenol ( $\text{OH}^-$ ), sehingga menyebabkan KTK meningkat. Nyakpa *et al* (1998) menyatakan bahwa, besar kecilnya nilai KTK tanah sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan organik, jumlah dan jenis mineral liat dan pH dari tanah tersebut.

Dengan penambahan bahan organik akan meningkatkan muatan negatif sehingga akan meningkatkan KTK. Bahan organik memberikan kontribusi yang nyata terhadap KTK tanah. Sekitar 20 - 70 % KTK tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus, sehingga terdapat kolerasi antara bahan organik dengan KTK tanah (Stevenson, 1994).

#### **4.2.3 Kandungan Al-dd dan pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tanah**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat dilihat bahwa pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap kandungan Al-dd tanah. Sedangkan pemberian bubuk batubara muda tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap nilai pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tanah, tetapi pada pemberian bahan humat memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap nilai pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tanah. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan Al-dd dan pH tanah**

Takaran bubuk batubara muda			Takaran bahan humat		
Al-dd dan pH			Al-dd dan pH		
(g/pot)	Al-dd (me/100 g)		(g/pot)	Al-dd (me/100 g)	
0	2.60	a	0.00	2.77	a
10	2.33	b	3.15	2.37	b
20	2.27	bc	6.30	2.24	bc
30	2.10	c	9.45	2.13	bcd
40	2.07	c	12.60	2.07	cd
50	2.07	c	15.75	1.93	d
KK = 5.23 %			KK = 6.77 %		
(g/pot)	pH tanah		(g/pot)	pH tanah	
0	4.57		0.00	4.48	b
10	4.81		3.15	5.08	a
20	4.89		6.30	5.13	a
30	4.94		9.45	5.14	a
40	4.92		12.60	5.16	a
50	4.86		15.75	5.19	a
KK = 4.03 %			KK = 4.17 %		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

Pada Tabel 4, terlihat bahwa penurunan kandungan Al-dd tanah tertinggi terdapat pada takaran bubuk batubara muda 50 g/pot, yaitu sebesar 0.53 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan Al-dd tanah pada takaran bubuk batubara muda 50 g/pot ini berbeda nyata secara statistik dengan takaran bubuk batubara muda 10 g/pot dan tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 20, 30 dan 40 g/pot.

Pada Tabel 4, terlihat bahwa penurunan kandungan Al-dd tanah tertinggi terdapat pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 0.84 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan Al-dd pada takaran bahan humat 15.75 g/pot ini berbeda nyata secara statistik dibandingkan dengan takaran bahan humat 3.15 dan 6.3 g/pot, namun tidak berbeda nyata secara statistik dengan takaran bahan humat 9.45 dan 12.6 g/pot.

Pada Tabel 4, terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda tidak berbeda nyata satu sama lain, sehingga pemberian bubuk batubara muda belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai pH tanah. Sedangkan pada

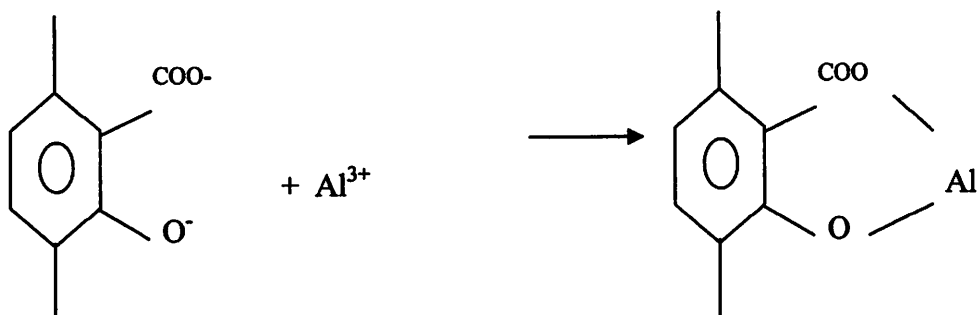


pemberian bahan humat, peningkatan pH tanah tertinggi terdapat pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 0.71 satuan pH bila dibanding dengan kontrol. Nilai pH tanah takaran bahan humat 15.75 g/pot ini tidak berbeda nyata dengan takaran bahan humat 3.15, 6.3, 9.45 dan 12.6 g/pot.

Dari data yang ditampilkan pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa penggunaan bahan humat mampu menurunkan kandungan Al-dd tanah dan meningkatkan pH tanah lebih baik dibandingkan bubuk batubara muda disebabkan karena bahan humat akan menghasilkan asam-asam organik (asam humat dan asam fulfat) yang dapat mengikat Al membentuk senyawa organo kompleks atau khelat sehingga kelarutan Al menurun. Bahan humat merupakan bentuk bahan organik yang lebih stabil, dalam bentuk inilah bahan organik banyak terakumulasi dalam tanah. Bahan humat bersifat menyerupai liat, yaitu bermuatan negatif, tetapi tidak seperti liat yang kebanyakan kristalin, humat selalu amorf (tidak beraturan bentuknya). Hasil dekomposisi bahan organik yang sudah stabil ini akan melepaskan asam-asam organik yang mengikat Al membentuk senyawa kompleks (Situs Hijau, 2008).

Menurut Hakim (1982), nilai pH akan naik dengan pemberian bahan organik jika bahan organik tersebut telah melapuk dengan sempurna. Peningkatan pH akibat pemberian bahan organik dapat terjadi karena Al sebagai sumber ion  $H^+$  melalui hidrolisis dikhelat oleh asam-asam organik sehingga tidak larut. Akibatnya hidrolisis tidak terjadi dan penyumbangan ion  $H^+$  berkurang.

Tan (2010) menyatakan bahwa, Al yang terjerap oleh kompleks liat dapat terhidrolisis dan menghasilkan ion  $H^+$ , sehingga konsentrasi ion tersebut meningkat sehingga pH menurun. Soepardi (1979) juga mengemukakan, anion organik dapat mengikat ion-ion Al dalam tanah dan membentuk senyawa kompleks yang sukar larut, akibatnya konsentrasi Al menurun. Dengan berkurangnya konsentrasi Al, maka Hidrogen penyebab kemasaman tanahpun berkurang, akibatnya pH naik dan Al-dd turun. Berikut disajikan reaksi pengkhelatan asam organik Al :



Gambar 1. Reaksi pengkhelatan Al oleh asam humat (Tan, 2010)

4.2.4 Kadar Fe-dd tanah

Pengaruh yang ditunjukkan dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12) terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh yang tidak nyata secara statistik terhadap kadar Fe-dd tanah. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kadar Fe-dd tanah

Takaran bubuk batubara muda	Fe-dd tanah	Takaran bahan humat	Fe-dd tanah
(g/pot)	ppm	(g/pot)	ppm
0	96.23	0.00	97.62
10	95.21	3.15	95.56
20	94.93	6.30	94.95
30	91.52	9.45	93.40
40	89.38	12.60	90.09
50	91.36	15.75	88.48
KK = 10.27 %		KK = 13.52 %	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DN MRT pada taraf 5 %

Pada Tabel 5, terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat terhadap kadar Fe-dd tanah menurun walaupun sedikit, akan tetapi tidak berbeda nyata antara satu dengan lainnya, sehingga pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat belum memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap kadar Fe-dd tanah. Dilihat dari angka-angka penurunan kadar Fe-dd tanah, penggunaan bahan humat lebih baik dibandingkan penggunaan bubuk batubara muda karena bahan humat mampu menghasilkan asam-asam organik (asam humat dan asam fulfat) yang dapat mengikat Fe membentuk senyawa organo kompleks atau khelat sehingga kandungan Fe menurun. Menurut Tan

(2010), senyawa bahan humat efektif dalam mengikat hara-hara mikro seperti Fe, Cu, Zn dan Mn. Pernyataan ini juga didukung oleh Huang dan Schnitzer (1997), bahwa kemampuan bahan humat dalam menurunkan konsentrasi logam seperti Fe didasarkan atas kemampuannya dalam membentuk senyawa kompleks dengan logam tersebut. Semakin besar takaran bahan humat yang diberikan semakin besar pula penurunan kadar  $Fe^{2+}$ , karena semakin tinggi takaran bahan humat semakin banyak gugus fungsionalnya, sehingga makin banyak Fe yang diikatnya membentuk senyawa kompleks organo-logam atau khelat.

4.2.5 Nilai N-total tanah

Pengaruh yang ditunjukkan dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12) terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda memberikan pengaruh tidak nyata secara statistik terhadap nilai N-total tanah, tetapi pada pemberian bahan humat memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap nilai N-total tanah. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap nilai N-total tanah

Takaran bubuk batubara muda		Takaran bahan humat		
N-total tanah		N-total tanah		
(g/pot)	%	(g/pot)	%	
0	0.12	0.00	0.12	c
10	0.12	3.15	0.14	c
20	0.13	6.30	0.15	bc
30	0.14	9.45	0.17	ab
40	0.14	12.60	0.17	ab
50	0.13	15.75	0.18	a
KK = 7.54 %		KK = 9.32 %		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

Pada Tabel 6, terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda tidak berbeda nyata satu sama lain walaupun terjadi sedikit peningkatan terhadap nilai N-total tanah sehingga belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai N-total tanah. Sedangkan pada pemberian bahan humat, terjadi peningkatan nilai N-total tanah pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 0.06 % bila dibandingkan dengan kontrol. Nilai N-total tanah takaran bahan humat 15.75

g/pot berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran 3.15 dan 6.3 g/pot.

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa pemberian bahan humat mampu meningkatkan nilai N-total tanah lebih baik dibandingkan dengan pemberian bubuk batubara muda. Hal ini diakibatkan asam humat dan asam fulfat (komponen bahan humat) juga mengandung Nitrogen. Menurut Schnitzer dan Khan 1972, Martin *et al.* (1977 *cit* Tan, 2010) bahwa asam humat (komponen bahan humat) pada Oxisol memiliki karakterisasi kimia dan komposisi sebagai berikut : C 44.3 %, H 7.7 %, O 38.0 % dan N 2.1 %.

4.2.6 Kandungan P-tersedia tanah

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat diketahui bahwa pengaruh pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap kandungan P-tersedia tanah. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan P-tersedia tanah

Takaran bubuk batubara muda			Takaran bahan humat		
P-tersedia tanah			P-tersedia tanah		
(g/pot)	ppm		(g/pot)	ppm	
0	9.76	d	0.00	9.56	d
10	14.95	c	3.15	17.63	c
20	18.24	b	6.30	19.05	bc
30	19.17	ab	9.45	20.43	ab
40	20.00	ab	12.60	20.00	ab
50	20.80	a	15.75	21.18	a
KK = 8.08 %			KK = 6.18 %		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

Pada Tabel 7, terlihat bahwa peningkatan kandungan P-tersedia tertinggi terjadi pada takaran bubuk batubara muda 50 g/pot, yaitu sebesar 11.04 ppm bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan P-tersedia pada takaran bubuk batubara muda 50 g/pot berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran 10 dan 20 g/pot dan berbeda tidak nyata secara statistik dengan takaran 30 dan 40 g/pot.

Pada Tabel 7, terlihat bahwa peningkatan kandungan P-tersedia tertinggi terjadi pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 11.62 ppm bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan P-tersedia pada takaran bahan humat 15.75 g/pot berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran 3.15 dan 6.3 g/pot dan berbeda tidak nyata secara statistik dengan takaran 30 dan 40 g/pot.

Berdasarkan data tersebut, ternyata pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat dapat meningkatkan kandungan P-tersedia tanah. Hal ini disebabkan seiring terjadinya penurunan jumlah Al-dd dan Fe-dd tanah (Tabel 4 dan 5), semakin besar takaran bahan organik yang diberikan semakin meningkatkan ketersediaan P dan menurunkan Al dan Fe tanah. Bahan humat berperan dalam mengatasi pengikatan P yaitu dengan mencegah terjadinya interaksi logam Al dan Fe dengan ion P melalui reaksi kompleks dan khelat sehingga P yang ditambahkan tidak diikat. Stevenson (1994), ketersediaan P di dalam tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik. Melalui bahan organik akan mengurangi jerapan P karena asam humat dan asam fulfat berfungsi melindungi seskuioksida dengan memblokir sisi-sisi pertukaran.

Bahan humat lebih baik pengaruhnya dalam meningkatkan kandungan P-tersedia tanah karena bahan humat berperan dalam mengatasi ketidaktersediaan P, yaitu dengan mencegah terjadinya interaksi logam Al dan Fe dengan ion P melalui reaksi kompleks dan khelat, sehingga P yang ada di dalam tanah dilepaskan dan pada waktu penambahan pupuk, unsur P sudah tidak difiksasi oleh Al dan Fe kemudian dapat larut dan P tersedia bagi tanaman. Menurut Tan (2010), asam humat dan asam fulfat dapat meningkatkan pembebasan dan daya larut P anorganik yang tidak larut melalui proses pengkhelatan.

#### **4.2.7 Kandungan K-dd, Ca-dd dan Mg-dd tanah**

Dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat diketahui bahwa pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap kandungan K-dd tanah. Pada pemberian bubuk batubara muda memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap kandungan Ca-dd tanah dan Mg-dd tanah, tetapi pada pemberian bahan humat tidak memberikan

pengaruh nyata secara statistik terhadap kandungan Ca-dd tanah dan Mg-dd tanah. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap kandungan K-dd, Ca-dd dan Mg-dd tanah

Takaran bubuk batubara muda			Takaran bahan humat		
Basa-basa			Basa-basa		
(g/pot)	K-dd (me/100 g)		(g/pot)	K-dd (me/100 g)	
0	0.25	b	0.00	0.27	b
10	0.47	a	3.15	0.45	a
20	0.55	a	6.30	0.48	a
30	0.58	a	9.45	0.50	a
40	0.56	a	12.60	0.51	a
50	0.53	a	15.75	0.54	a
KK = 15.66 %			KK = 11.82 %		
(g/pot)	Ca-dd (me/100 g)		(g/pot)	Ca-dd (me/100 g)	
0	0.08	c	0.00	0.07	
10	0.09	ab	3.15	0.08	
20	0.09	bc	6.30	0.08	
30	0.10	a	9.45	0.08	
40	0.09	ab	12.60	0.08	
50	0.09	ab	15.75	0.09	
KK = 6.12 %			KK = 15.31 %		
(g/pot)	Mg-dd (me/100 g)		(g/pot)	Mg-dd (me/100 g)	
0	0.08	cd	0.00	0.08	
10	0.09	ab	3.15	0.09	
20	0.08	bc	6.30	0.08	
30	0.08	d	9.45	0.08	
40	0.09	ab	12.60	0.08	
50	0.09	a	15.75	0.09	
KK = 4.71 %			KK = 12.65 %		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

Pada Tabel 8, terlihat bahwa terjadi peningkatan tertinggi kandungan K-dd tanah pada takaran bubuk batubara muda 30 g/pot, yaitu sebesar 0.33 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Pada kandungan K-dd takaran bubuk batubara muda 30 g/pot tidak berbeda nyata secara statistik jika dibandingkan dengan takaran 10, 20, 40 dan 50 g/pot. Sedangkan pada pemberian bahan humat, terjadi peningkatan kandungan K-dd tanah pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 0.27 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan K-dd



takaran bahan humat 15.75 g/pot berbeda tidak nyata secara statistik dibanding takaran 10, 20, 30 dan 40 g/pot.

Pada Tabel 8, terlihat bahwa terjadi peningkatan tertinggi kandungan Ca-dd tanah pada takaran bubuk batubara muda 30 g/pot, yaitu sebesar 0.02 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Pada kandungan Ca-dd tanah takaran 30 g/pot tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran 10, 40 dan 50 g/pot. Begitupun pada pemberian bubuk batubara muda terhadap kandungan Mg-dd tanah, terjadi peningkatan tertinggi pada takaran bubuk batubara muda 10 g/pot, yaitu sebesar 0.01 me/100 g bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan Mg-dd takaran bubuk batubara muda 10 g/pot tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran 20, 40 dan 50 g/pot bubuk batubara muda, tetapi berbeda nyata dengan takaran 30 g/pot. Sedangkan pada pemberian bahan humat terhadap kandungan Ca-dd tanah maupun Mg-dd tanah tidak ada pengaruh nyata satu sama lain.

Terjadinya peningkatan nilai basa-basa diduga disebabkan karena nilai-nilai KTK tanah mengalami peningkatan, sehingga nilai basa-basa tanah juga meningkat. Pada penelitian ini nilai KTK tanah berbanding lurus dengan nilai basa-basa, apabila nilai KTK tanah tinggi maka nilai basa-basa juga mengalami peningkatan dan bila nilai KTK tanah rendah maka nilai basa-basa tanah juga mengalami penurunan.

Tan (2010) menyatakan asam-asam humat dan fulfat dapat meningkatkan pelepasan K yang tersemat di ruang antarmisel lempung. Jadi mungkin saja ini juga terjadi pada Oxisol yang digunakan, jika semakin tinggi takaran bahan humat yang diberikan maka kandungan K-dd semakin meningkat pula.

### **4.3 Pengamatan Tanaman**

#### **4.3.1 Tinggi tanaman**

Pengamatan tanaman disajikan dalam bentuk tinggi tanaman, yang diukur umur 77 hari setelah tanam (HST) dan dalam bentuk foto (Gambar 2 dan Gambar 3), sedangkan grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap tinggi tanaman jagung 77 HST ditampilkan pada Gambar 4. Hasil analisis statistik pengaruh pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat

dengan berbagai takaran terhadap tinggi tanaman jagung umur 77 HST disajikan pada Tabel 9 dan untuk analisis sidik ragamnya pada Lampiran 12.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat diketahui bahwa pengaruh pemberian bubuk batubara muda pada berbagai takaran terhadap tinggi tanaman jagung tidak berbeda nyata secara statistik, tetapi pada pemberian bahan humat memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap tinggi tanaman jagung. Hasil analisis statistik disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap tinggi tanaman jagung 77 HST**

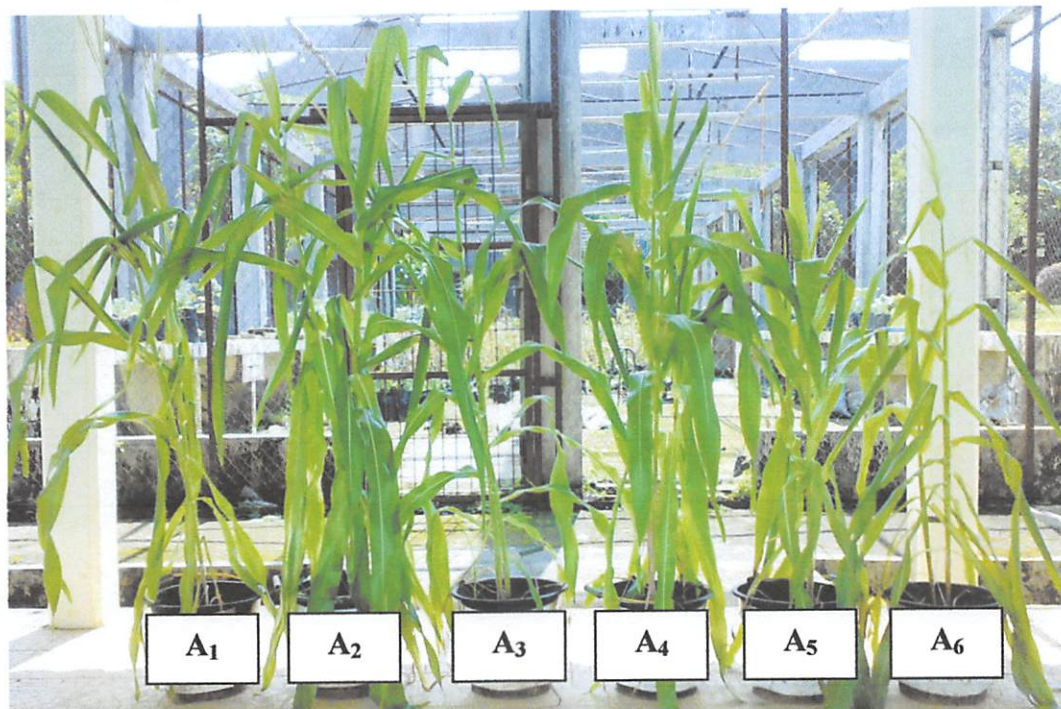
Takaran bubuk batubara muda	Tinggi tanaman	Takaran bahan humat	Tinggi tanaman	
(g/pot)	cm	(g/pot)	cm	
0	150.00	0.00	141.67	d
10	153.00	3.15	155.00	cd
20	156.00	6.30	160.00	bc
30	163.33	9.45	161.67	abc
40	151.67	12.60	166.67	ab
50	151.33	15.75	178.33	a
KK = 6.40 %		KK = 6.23 %		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

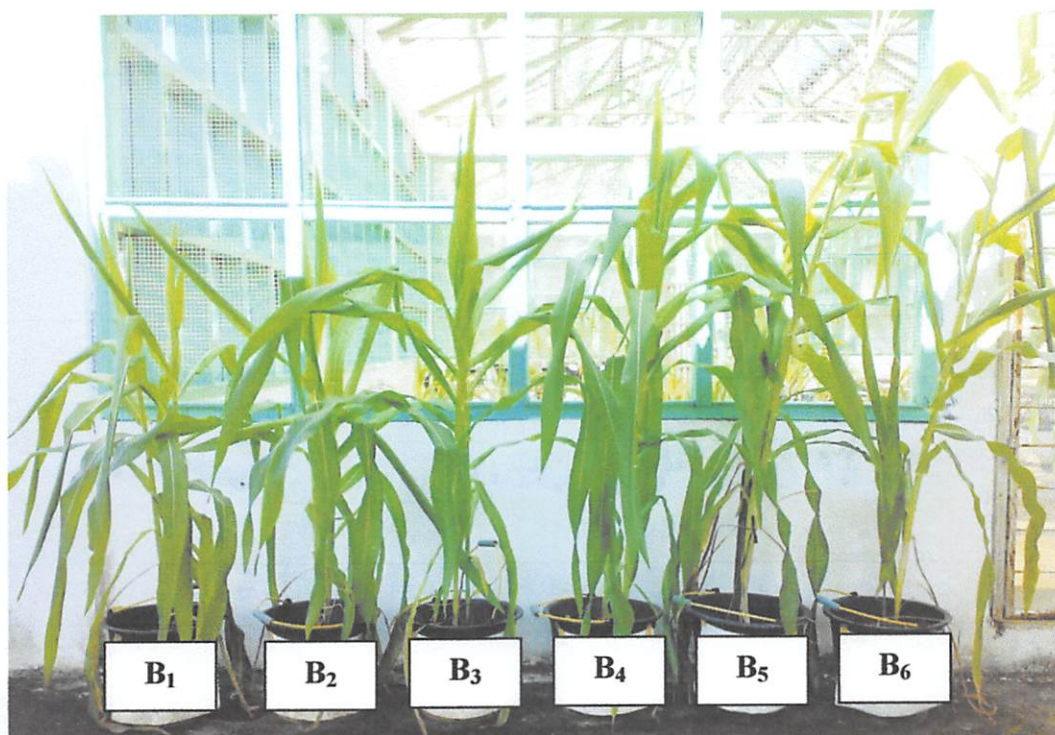
Pada Tabel 9, terlihat bahwa pemberian bubuk batubara muda tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung. Hal ini disebabkan bubuk batubara muda belum mampu menggantikan peranan bahan humat untuk pertumbuhan tanaman jagung. Sedangkan pada pemberian bahan humat, terlihat peningkatan tinggi tanaman jagung terjadi pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 36.66 cm bila dibandingkan dengan kontrol. Tinggi tanaman pada takaran bahan humat 50 g/pot berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran 10 dan 20 g/pot dan tidak berbeda nyata secara statistik dibandingkan takaran 30 dan 40 g/pot.

Dari data tersebut, bahwa pemberian bahan humat lebih baik terhadap tinggi tanaman jagung bila dibandingkan dengan pemberian bubuk batubara muda (Gambar 4). Peningkatan tinggi tanaman jagung disebabkan pemberian bahan humat yang menyebabkan naiknya nilai pH tanah serta turunnya kandungan Al-dd dan Fe-dd dalam tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi baik. Hakim

(2006) menyatakan bahwa, pertumbuhan tanaman sangat tergantung pada nilai pH tanah, dimana pH tanah rendah maka ketersediaan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman menjadi tidak tersedia.

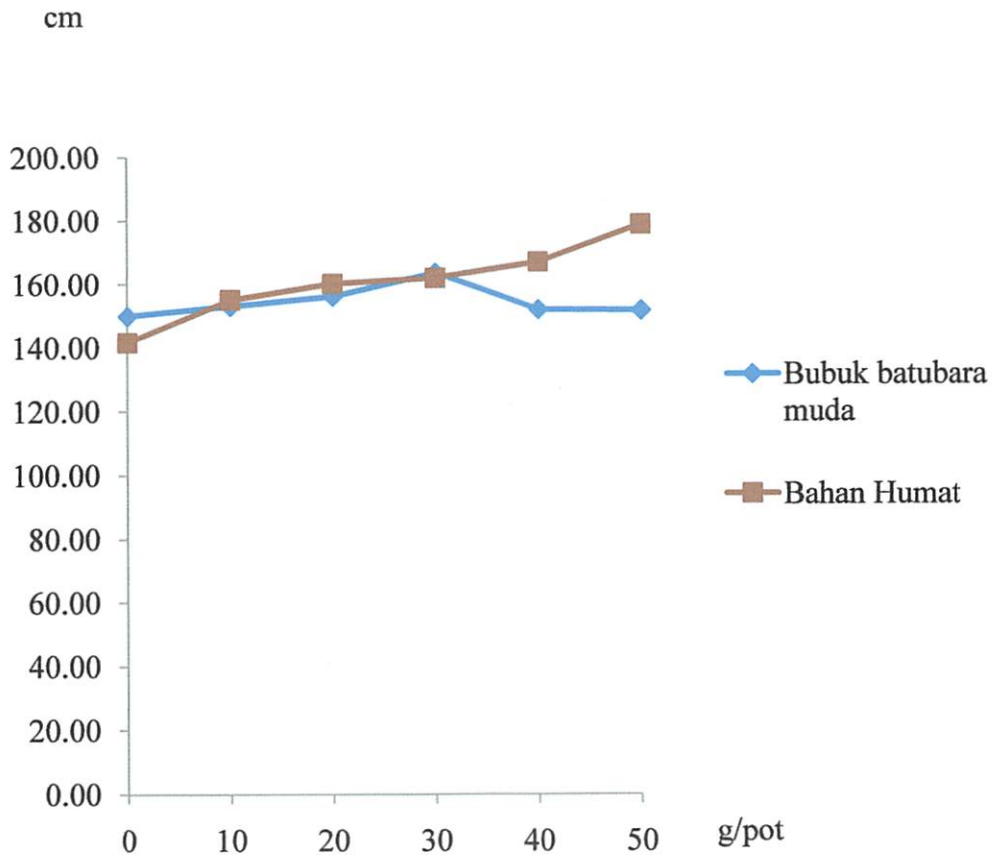


Gambar 2. Pengaruh pemberian bubuk batubara muda terhadap tinggi tanaman jagung umur 77 HST



Gambar 3. Pengaruh pemberian bahan humat terhadap tinggi tanaman jagung umur 77 HST

### Tinggi Tanaman Jagung 77 HST



Gambar 4. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap tinggi tanaman jagung 77 HST

Keterangan : 0 g/pot = 0 g bahan humat  
 10 g/pot = 3.15 g bahan humat  
 20 g/pot = 6.30 g bahan humat  
 30 g/pot = 9.45 g bahan humat  
 40 g/pot = 12.60 g bahan humat  
 50 g/pot = 15.75 g bahan humat

Menurut Tan (2010), senyawa bahan humat efektif dalam mengikat hara-hara mikro seperti Fe, Cu, Zn dan Mn. Pernyataan ini juga didukung oleh Huang dan Schnitzer (1997), bahwa kemampuan bahan humat dalam menurunkan konsentrasi logam seperti Fe didasarkan atas kemampuannya dalam membentuk senyawa kompleks dengan logam tersebut. Semakin besar takaran bahan humat yang diberikan semakin besar pula penurunan kadar  $Fe^{2+}$ , karena semakin tinggi takaran bahan humat semakin banyak gugus fungsionalnya, sehingga makin banyak Fe yang diikatnya membentuk senyawa kompleks organo-logam atau khelat.

4.3.2 Bobot kering tanaman

Hasil pengukuran bobot kering tanaman yang diukur adalah bobot kering batang + daun dan bobot kering akar yang disajikan pada Tabel 10. Untuk analisis sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 12. Sedangkan grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap bobot kering tanaman ditampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tabel 10. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap bobot kering tanaman jagung 77 HST

Takaran bubuk batubara muda	Bobot kering tanaman		Takaran bahan humat	Bobot kering tanaman	
(g/pot)	batang+daun (g)		(g/pot)	batang+daun (g)	
0	45.06	c	0.00	43.41	d
10	59.00	b	3.15	53.78	c
20	63.33	ab	6.30	60.42	b
30	71.27	a	9.45	65.00	b
40	67.67	a	12.60	73.00	a
50	69.33	a	15.75	73.33	a
KK = 7.38 %			KK = 5.05 %		
(g/pot)	akar (g)		(g/pot)	akar (g)	
0	7.86		0.00	7.12	
10	7.96		3.15	7.26	
20	8.00		6.30	7.87	
30	8.73		9.45	7.92	
40	8.17		12.60	8.33	
50	8.10		15.75	8.40	
KK = 5.67 %			KK = 8.69 %		

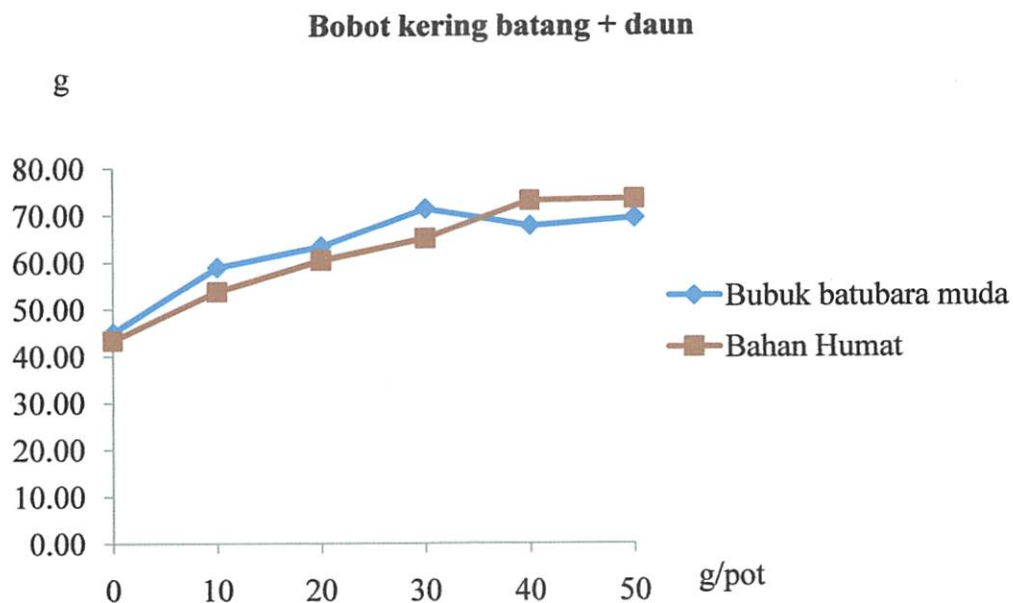
Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat dilihat bahwa pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap bobot kering batang + daun tanaman jagung. Pada pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh tidak nyata secara statistik terhadap bobot kering akar tanaman jagung. Hasil analisis statistiknya disajikan pada Tabel 10.

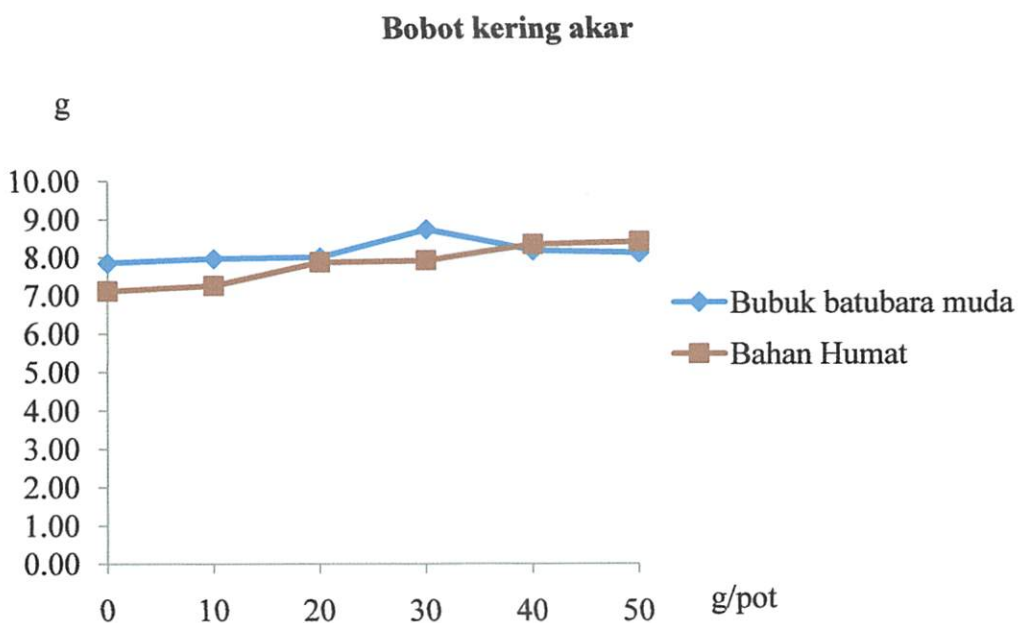
Pada Tabel 10, terlihat bahwa peningkatan bobot kering batang + daun tertinggi terjadi pada takaran bubuk batubara muda 30 g/pot, yaitu sebesar 26.21 g/pot bila dibandingkan dengan kontrol. Bobot kering batang + daun takaran 30 g/pot tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 40 dan 50 g/pot, tetapi berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 10 g/pot. Sedangkan pada pemberian bahan humat, peningkatan bobot kering batang + daun tertinggi terdapat pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 29.92 g/pot bila dibandingkan dengan kontrol. Bobot kering batang + daun takaran 15.75 g/pot berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bahan humat 3.15, 6.3 dan 9.45 g/pot, tetapi tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bahan humat 12.6 g/pot. Sedangkan pada pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat terhadap bobot kering batang + daun dan akar tanaman jagung tidak berbeda nyata satu sama lain.

Peningkatan nilai bobot kering (batang + daun) berdasarkan pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat disebabkan pertumbuhan tanaman yang baik akibat terjadinya peningkatan nilai pH tanah (Tabel 4). Dengan terjadinya peningkatan nilai pH tanah, maka ketersediaan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman menjadi tersedia. Hakim *et al.* (1986) menyatakan bahwa, perkembangan akar tanaman yang baik akan dapat mensuplai hara lebih banyak, sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik dan menyebabkan berat kering tanaman meningkat. Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6, terlihat bahwa pemberian bahan humat lebih efektif dibandingkan dengan pemberian bubuk batubara muda terhadap bobot kering tanaman. Hal ini disebabkan bahan humat dapat langsung bereaksi dengan tanah, sedangkan bubuk batubara muda harus memerlukan waktu lebih lama agar dapat bereaksi dengan tanah.





Gambar 5. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap bobot kering batang + daun



Gambar 6. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap bobot kering akar

Keterangan : 0 g/pot = 0 g bahan humat  
 10 g/pot = 3.15 g bahan humat  
 20 g/pot = 6.30 g bahan humat  
 30 g/pot = 9.45 g bahan humat  
 40 g/pot = 12.60 g bahan humat  
 50 g/pot = 15.75 g bahan humat



### 4.3.3 Serapan hara P tanaman

Hasil pengukuran bobot kering tanaman yang diukur adalah serapan hara P (batang + daun) dan serapan hara P akar yang disajikan pada Tabel 11. Untuk analisis sidik ragamnya disajikan pada Lampiran 12 dan grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap serapan hara P tanaman ditampilkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), dapat dilihat bahwa pemberian bubuk batubara muda dan bahan humat memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap serapan hara P batang + daun tanaman jagung. Pada pemberian bubuk batubara muda memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap serapan hara P akar tanaman jagung, tetapi pemberian bahan humat memberikan pengaruh tidak nyata secara statistik terhadap serapan hara P akar tanaman jagung.

Tabel 11. Pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda pada berbagai takaran terhadap serapan hara P tanaman jagung 77 HST

Takaran bubuk batubara muda	Serapan hara P tanaman	Takaran bahan humat	Serapan hara P tanaman
(g/pot)	batang+daun (g)	(g/pot)	batang+daun (g)
0	11.00 c	0.00	12.33 e
10	13.27 b	3.15	13.67 d
20	14.00 b	6.30	14.99 c
30	16.31 a	9.45	16.00 bc
40	16.15 a	12.60	16.69 ab
50	16.32 a	15.75	17.67 a
KK = 8.13 %		KK = 4.17 %	
(g/pot)	akar (g)	(g/pot)	akar (g)
0	1.83 c	0.00	2.01
10	1.92 bc	3.15	2.05
20	2.08 abc	6.30	2.17
30	2.30 a	9.45	2.24
40	2.31 a	12.60	2.36
50	2.21 ab	15.75	2.43
KK = 8.94 %		KK = 10.78 %	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5 %

Pada Tabel 11, terlihat bahwa peningkatan serapan P batang + daun tertinggi terjadi pada takaran bubuk batubara muda 50 g/pot, yaitu sebesar 5.32 g/pot bila dibandingkan dengan kontrol. Serapan P batang + daun takaran 50 g/pot

tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 30 dan 40 g/pot, tetapi berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 10 dan 20 g/pot.

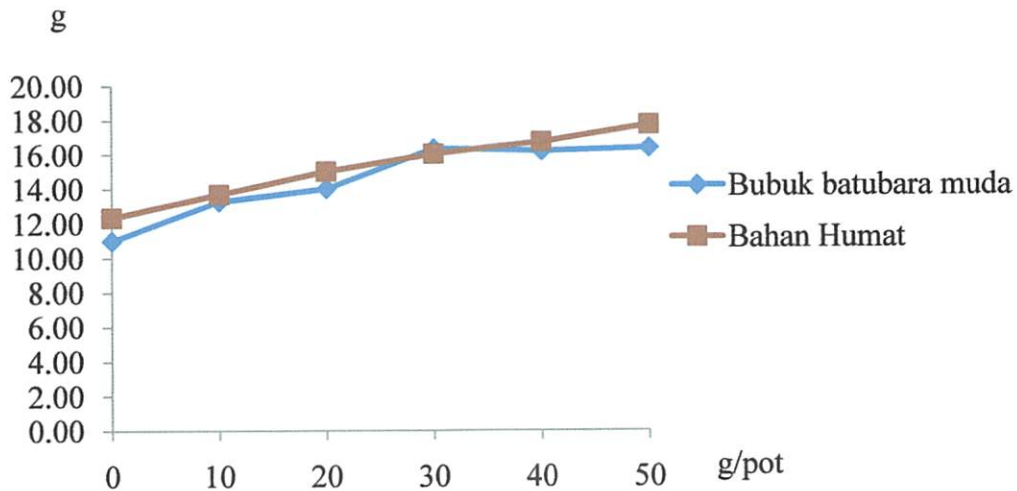
Pada Tabel 11, terlihat bahwa peningkatan serapan P batang + daun tertinggi terdapat pada takaran bahan humat 15.75 g/pot, yaitu sebesar 5.34 g/pot bila dibandingkan dengan kontrol. Serapan P batang + daun takaran 15.75 g/pot berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bahan humat 3.15, 6.3 dan 9.45 g/pot, tetapi tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bahan humat 12.6 g/pot.

Pada Tabel 11, terlihat bahwa peningkatan serapan P akar tanaman tertinggi terjadi pada takaran bubuk batubara muda 40 g/pot, yaitu sebesar 0.48 g/pot bila dibandingkan dengan kontrol. Serapan P batang + daun takaran 40 g/pot tidak berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 20, 30 dan 50 g/pot, tetapi berbeda nyata secara statistik bila dibandingkan dengan takaran bubuk batubara muda 10 g/pot. Sedangkan pada pemberian bahan humat terhadap serapan P akar tanaman tidak berpengaruh nyata satu sama lain.

Peningkatan yang terjadi ini disebabkan dengan meningkatnya takaran bubuk batubara muda dan bahan humat yang diberikan ke dalam Oxisol (Gambar 7 dan Gambar 8). Hal ini disebabkan, karena jenis bubuk batubara dan bahan humat mampu dimanfaatkan oleh tanaman disamping karena P yang sebelumnya terikat oleh Al semakin berkurang dan dapat tersedia dalam tanah. Menurut Huang dan Schnitzer (1997 *cit* Anche, 2011) bahwa, satu karakteristik yang paling khusus dari bahan humat adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidroksida, mineral dan bahan organik. Aisyah (1992 *cit* Andayani, 2005), juga menambahkan bahwa pemberian bahan organik dapat mengurangi fiksasi P oleh Al dan Fe, serta meningkatkan P-tersedia di dalam tanah. Bahan humat dapat memperbesar ketersediaan P tanah melalui hasil dekomposisinya yang menghasilkan asam-asam organik sehingga P dapat tersedia di dalam tanah dan diserap oleh tanaman. Hakim (1982) menyatakan bahwa, pertumbuhan akar yang baik memungkinkan volume akar yang berkontak dengan

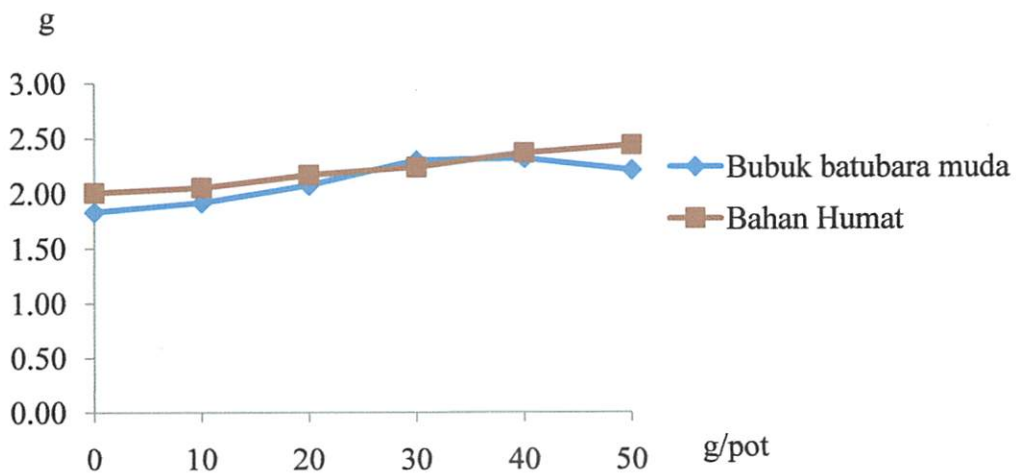
P larutan tanah bertambah besar, sehingga mengakibatkan kemampuan akar untuk menyerap P tersedia tanah juga besar.

### Serapan P batang + daun



Gambar 7. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap serapan P batang + daun

### Serapan P akar



Gambar 8. Grafik pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap serapan P akar

Keterangan : 0 g/pot = 0 g bahan humat  
 10 g/pot = 3.15 g bahan humat  
 20 g/pot = 6.30 g bahan humat  
 30 g/pot = 9.45 g bahan humat  
 40 g/pot = 12.60 g bahan humat  
 50 g/pot = 15.75 g bahan humat

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan tentang pengaruh bubuk batubara muda dan bahan humat terhadap ketersediaan dan serapan fosfor (P) tanaman jagung pada Oxisol yang dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian bubuk batubara muda pada takaran 30 g/pot terjadi peningkatan kandungan P-tersedia tanah sebesar 9.41 ppm serta meningkatkan kandungan basa-basa (K-dd, Ca-dd dan Mg-dd). Bobot kering batang + daun meningkat, yaitu sebesar 26.21 g/pot dan serapan hara P batang + daun dan akar meningkat sebesar 5.31 g/pot dan 0.47 g/pot.
2. Pemberian bahan humat pada takaran 15.75 g/pot (setara dengan 50 g/pot bubuk batubara muda) terjadi peningkatan kandungan C-organik tanah sebesar 0.63 %, nilai KTK tanah sebesar 10.06 me/100 g, pH tanah sebesar 0.71 satuan pH, nilai N-total tanah sebesar 0.06 %, kandungan P-tersedia tanah sebesar 11.62 ppm serta meningkatkan kandungan basa-basa (K-dd, Ca-dd dan Mg-dd). Nilai bobot kering batang + daun meningkat, yaitu sebesar 29.92 g/pot dan serapan hara P batang + daun meningkat sebesar 5.34 g/pot.
3. Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemberian bubuk batubara muda takaran 30 g/pot mampu memperbaiki sifat kimia Oxisol setara dengan pemberian bahan humat takaran 9.45 g/pot. Sedangkan pada pemberian bahan humat dengan takaran yang semakin tinggi, memperlihatkan hasil yang semakin baik terhadap sifat kimia Oxisol. Pemberian bahan humat lebih efektif dibandingkan dengan pemberian bubuk batubara muda.

### **5.2 Saran**

Pemberian bubuk batubara cukup diberikan pada takaran 30 g/pot dan bahan humat pada takaran 50 g/pot. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan meneliti sampai pada produksi tanaman.

## RINGKASAN

Oxisol merupakan salah satu jenis tanah yang kurang subur yang telah mengalami pelapukan lanjut dan tua, mempunyai penyebaran yang luas yang luas yaitu  $\pm 9,8$  juta  $\text{km}^2$  atau sekitar 7,5 % dari luas permukaan bumi. Faktor pembatas yang dimiliki Oxisol diantaranya yaitu tingkat kesuburan alami yang tergolong rendah karena sedikitnya kandungan bahan organik, tingginya kelarutan mineral besi ( $\text{Fe}^{3+}$ ) dan Aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ), pH relatif masam, terjadinya fiksasi P dan rendahnya KTK.

Ketersediaan P pada Oxisol biasanya relatif rendah. Permasalahan ini disebabkan terikatnya P oleh koloid tanah bahkan penambahan P dalam bentuk pupukpun sebagian besar diikat oleh koloid tanah, salah satunya adalah sesquioksida. Dengan demikian jelas bahwa yang dihadapi pada Oxisol jika dikelola sebagai lahan pertanian adalah keracunan logam berat terutama Al dan Fe serta kekurangan unsur hara esensial.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah penambahan bahan organik yakni dengan pemberian bahan humat yang berasal dari ekstrak batubara muda. Bahan humat merupakan komponen tanah yang sangat penting dan paling aktif dalam tanah. Bahan humat mampu membentuk reaksi kompleks yang dapat memperbaiki kesuburan tanah dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung ataupun tidak. Di dalam 1 g batubara muda mengandung 31,5 % bahan humat. Bahan humat dapat mengatasi masalah tidak tersedianya P pada Oxisol. Upaya lain yang dilakukan untuk mengatasi masalah pada Oxisol adalah dengan penambahan bubuk batubara muda. Tanaman jagung (*Zea mays L*) merupakan sumber makanan pokok kedua di Indonesia, bahkan di beberapa tempat tanaman jagung ini adalah sumber makanan pokok utama karena kalori yang dihasilkannya cukup tinggi. Jagung dapat tumbuh baik hampir pada semua jenis tanah. Namun tanaman ini akan tumbuh lebih baik pada tanah gembur dan kaya akan humus dengan pH antara 5,5 - 7,0. Selain itu jagung juga merupakan salah satu tanaman yang membutuhkan unsur P cukup banyak.

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, maka penulis telah melakukan penelitian yang berjudul ***"Pengaruh Bubuk dan Bahan Humat dari Batubara Muda terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor (P) Tanaman Jagung pada Oxisol"***. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian bubuk dan bahan humat dari batubara muda terhadap beberapa sifat kimia Oxisol serta serapan Fosfor (P) tanaman jagung serta membandingkan pengaruh bubuk dan bahan humat dari batubara muda tersebut, serta bahan yang terbaik dijadikan amelioran pada Oxisol.

Penelitian telah dilaksanakan mulai bulan April sampai September 2011, di Rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penelitian ini berupa percobaan pot dengan 2 seri percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Seri A adalah bubuk batubara muda dan Seri B adalah bahan humat yang diekstrak dari batubara muda yang setara dengan bobot bubuk batubara muda dari seri A. Seri A, yaitu  $A_1 = 0$ ,  $A_2 = 10$  g bubuk batubara muda,  $A_3 = 20$  g bubuk batubara muda,  $A_4 = 30$  g bubuk batubara muda,  $A_5 = 40$  g bubuk batubara muda,  $A_6 = 50$  g bubuk batubara muda. Seri B, yaitu  $B_1 = 0$ ,  $B_2 = 3.15$  g bahan humat (setara 10 g bubuk batubara muda),  $B_3 = 6.3$  g bahan humat (setara 20 g bubuk batubara muda),  $B_4 = 9.45$  g bahan humat (setara 30 g bubuk batubara muda),  $B_5 = 12.6$  g bahan humat (setara 40 g bubuk batubara muda),  $B_6 = 15.75$  g bahan humat (setara 50 g bubuk batubara muda). Jika hasil analisis berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT (Duncant New Multiple Range Test) pada taraf 5 %. Batubara yang digunakan adalah batubara muda (*Subbituminus*) Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman Sumatera Barat. Bubuk batubara muda yang telah dihaluskan diberikan ke dalam tanah dengan masing-masing perlakuan lalu diaduk hingga rata dan diinkubasi selama 1 minggu. Begitupun dengan bahan humat yang telah diekstrak dengan NaOH 0,1 N diberikan ke dalam tanah dengan masing-masing perlakuan lalu diaduk rata dan diinkubasi selama 1 minggu. Setelah inkubasi bahan humat dan bubuk batubara muda, kemudian dilakukan pemberian pupuk P sesuai takaran dan diinkubasi lagi selama 1 minggu dan disiram. Selanjutnya, sampel tanah diambil pada masing-masing pot untuk dianalisis di Laboratorium. Setelah itu dilakukan penanaman dengan cara membenamkan biji jagung sebanyak 3 biji/pot berbarengan dengan

penambahan pupuk KCl yang diberikan 1 tahap dan pupuk urea yang diberikan 2 tahap. Pemeliharaan meliputi penyiraman dan pengendalian hama penyakit. Untuk analisis kadar hara tanaman pada akhir masa vegetatif maksimum berakhir. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 77 HST. Panen dilakukan dengan memisahkan bagian akar dan batang tanaman, ditimbang bobot basah, dioven 2 x 24 jam dan ditimbang bobot keringnya.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian bubuk batubara muda pada takaran 30 g/pot terjadi peningkatan kandungan P-tersedia tanah sebesar 9.41 ppm serta meningkatkan kandungan basa-basa (K-dd, Ca-dd dan Mg-dd). Bobot kering batang + daun meningkat, yaitu sebesar 26.21 g/pot dan serapan hara P batang + daun dan akar meningkat sebesar 5.31 g/pot dan 0.47 g/pot. Pemberian bahan humat pada takaran 15.75 g/pot (setara dengan 50 g/pot bubuk batubara muda) terjadi peningkatan kandungan C-organik tanah sebesar 0.63 %, nilai KTK tanah sebesar 10.06 me/100 g, pH tanah sebesar 0.71 satuan pH, nilai N-total tanah sebesar 0.06 %, kandungan P-tersedia tanah sebesar 11.62 ppm serta meningkatkan kandungan basa-basa (K-dd, Ca-dd dan Mg-dd). Nilai bobot kering batang + daun meningkat, yaitu sebesar 29.92 g/pot dan serapan hara P batang + daun meningkat sebesar 5.34 g/pot. Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemberian bubuk batubara muda takaran 30 g/pot mampu memperbaiki sifat kimia Oxisol setara dengan pemberian bahan humat takaran 9.45 g/pot. Sedangkan pada pemberian bahan humat dengan takaran yang semakin tinggi, memperlihatkan hasil yang semakin baik terhadap sifat kimia Oxisol. Pemberian bahan humat lebih efektif dibandingkan dengan pemberian bubuk batubara muda.



## DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1993. Teknik Bercocok Tanam Jagung. Kanisius. Yogyakarta. 140 hal.
- Ahmad, F. 1980. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Proyek Peningkatan dan Pengendalian Perguruan Tinggi Universitas Andalas. Padang.
- Anche, C. 2011. Pengaruh Pemberian Bahan Humat dari Ekstrak Kompos dan Pupuk P terhadap Ketersediaan P Oxisol serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang. 72 hal.
- Andayani, S. 2005. Nilai pH Tanah, KTK, P-Tersedia, Konsentrasi P dan Hasil Jagung Manis *Zea mays* Varietas Sacharat Sturt Akibat Pemberian Pupuk SP-36 dan Pupuk Kandang Sapi pada Fluventiceutrudepths. Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian Unversitas Panca Bhakti. Pontianak. Vol 2. No 1.
- Balitkabi. 1998. Laporan Tahunan Balitkabi Tahun 1997/1998. Penyunting Harsono dkk. Malang 124 hal.
- Brady, N.C., and R.R. Weil. 1999. The Nature and Properties of Soils. Twelve<sup>th</sup> Edition Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 07458, 881 p.
- Darmawijaya, I.M. 1990. Klasifikasi Tanah. Dasar-Dasar Teori Bagi Peneliti dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia. Gadjah Mada University press. Yogyakarta. 412 hal.
- Effendi, S. 1979. Bercocok Tanam Jagung. CV Yasa Guna. Jakarta. 31 hal.
- Fiantis, D. 1989. Pemberian Fosfor pada Beberapa Family Tanah Oxisol dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Hakim, N. 1982. Pengaruh Pemberian Pupuk Hijau dan Kapur pada Tanah Podzolik Merah Kuning terhadap Ketersediaan Fosfor dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*). Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana, IPB. Bogor. 271 hal.
- Hakim, N; M.Y. Nyakpa; A.M. Lubis; S.G. Nugroho; M.A. Diha; G.B. Hong; H.H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 hal.
- Hakim, N. 2006. Pengelolaan Kesuburan Tanah Masam dengan Teknologi Pengapuran Terpadu. Andalas University Press. Padang. 204 hal.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademi Persindo. Jakarta. 268 hal.

- Harianti, M. 2008. Pengendalian Sorpsi dan Desorpsi Fosfat pada Oxisol Padang Siantah Kab. 50 Kota dengan Aplikasi Bahan Humat. Tesis Program Studi Ilmu Tanah/Manajemen Lahan. Universitas Andalas. Padang.
- Harsono, A. 1999. Teknologi Budidaya Kacang Tanah Spesifik Lokasi di Lahan Tegal dan Sawah. Makalah Pelatihan Produksi Benih Kacang Tanah. Balitkabi Malang. hal 30 – 44.
- Hermansah. 1993. Ketersediaan dan Serapan Hara Padi Gogo dengan Pemberian Silikat dan Fosfat pada Oxisol. Karya Ilmiah Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Pusat Pendidikan Universitas Andalas. Padang 40 hal.
- Herviyanti. 2003. Pengaruh Senyawa Organik tidak Terion terhadap Ketersediaan Hara P Oxisol [Program Pascasarjana]. Universitas Andalas. Padang
- Herviyanti. 2007. Upaya Pengendalian Keracunan besi (Fe) dengan Asam Humat dan Pengelolaan Air untuk Meningkatkan Produktifitas Ultisol yang Baru Disawahkan. Disertasi Program Doktor Ilmu-Ilmu Pertanian Pemusatan Ilmu Tanah. Padang. 178 hal.
- Herviyanti, Gusnidar, F.Ahmad, A.Saidi. 2009. Potensi Batubara Tidak Produktif sebagai Sumber Bahan Organik Alternatif untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Fosfor dan Produksi Jagung pada Tanah Marjinal. Laporan Hibah Kompetitif Penelitian sesuai Prioritas Nasional. Lembaga Penelitian Unand. Padang. 54 hal.
- International Institute of Tropical Agriculture. 1979. Selected Method for Soil and Plant Analysis. Oyo Road, PMP 4320. Ibadan. Nigeria.
- Lembaga Penelitian Tanah Bogor. 1979. Penuntun Analisa Fisika Tanah. Departemen Ilmu Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor. Bogor. 47 hal.
- Nyakpa M.Y., A.M Lubis, M.A Pulung, A.G Amrah, A. Munawar, G.B Hong, N. Hakim. 1998. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 25 hal.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 1992. Mikroorganisme Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Phosfor. Bogor.
- Putra, S. E. 2008. Humus, Material Organik Penyubur Tanah. Chemistry. [http://www.Org/artickel\\_kimia/kimia\\_pangan](http://www.Org/artickel_kimia/kimia_pangan).
- Raharjo, Imam Budi. 2006. Mengenal Batubara I. Artikel Iptek Bidang Energi dan Sumber Daya Alam. Beritaiptek.com. 9 Februari 2006. 8 halaman
- Raswa. E. 2007. Impor Jagung Dihentikan 2007. Tempo Interaktif. Jakarta. Selasa 28 Maret 2006.

- Rezki, D. 2007. Ekstraksi Bahan Humat dari Batubara (*Subbituminus*) dengan Menggunakan 10 Jenis Pelarut. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang. 63 hal.
- Rinsema W. T. 1982. Pupuk dan Cara Pemupukan. Bharata Karya Aksara. Jakarta
- Rosmarkam. A dan N. W. Yuwono, 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Sanchez, P. A. 1976. Properties and Management of Soil in The Tropics. John Willey and Sons. New York
- Siradz, S.A. 2000. Mineralogy and Chemistry of Red Soils of Indonesia : IV Phosphorus Sorption Characteristics of Soil, Kaolin, and Iron Oxide Concentrates. Soil Science, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University, Yogyakarta. 23 p.
- \_\_\_\_\_. 2000. Peranan Lempung Kaolinit dalam Retensi P pada Tanah-Tanah Masam. Jurusan Tanah. Faperta UGM. 7 hal.
- Situs Hijau. 2008. Bahan Organik. <http://www.situshijau.co.id/>. [21 April 2011].
- SK Kakanwil Deptan No.206/LB 220/IV/99. Efisiensi Pemupukan Phosphor (P) Padi Sawah di NTB. 12 April 1999.
- Shoji, S, M. Nanzyo and R. A. Dahgren. 1993. Volcanic Soils, Genesis, Properties and Utilization. Elsevier, Amsterdam. 288 hal
- Soedarmadi, H., Y. Setiadi, N. G. K. Roni, 2005. Pertumbuhan dan Produksi Kudzu Tropika (*pueraria phaseoloides* benth.) yang Diberi Asam Humat dan Pupuk Fosfat. <http://ejournal.unud.ac.id>. [13 Mei 2009].
- Soepardi, G. 1979. Sifat dan Ciri Tanah jilid 1. Saduran dari The Nature and Properties of Soil. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 374 hal.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. 591 hal.
- Soegiman. 1982. Ilmu Tanah. Terjemahan H.O. Buckman dan N.C. Brady. The Nature Properties of Soil. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 788 hal.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. 2<sup>nd</sup> ed. USDA, NRCS. Washinton. 869 hal
- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction. A Wiley-Interscience and Sons New York. 496 p.

- Suprpto dan H.A.R Marzuki. 2002. Bertanam Jagung. Edisi Revisi 2002. Penebar Swadaya. Jakarta. 59 hal.
- Sutanto, R. 2006. Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutedjo, M. M. 1994. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hal.
- Sys, C., Van Ranst., J. Debaveye., F. Beenaert., 1993. Land Evolution Part III, Crop Requirement. General Administrations for Development Cooperation. Brussel Belgium. pp: 81 - 83.
- Tan, K.H. 2003. Humic Matter in Soil and Environment. Principles and Controversies. University of Georgia. Athens, Georgia. USA. 386 p.
- USDA. 1975. Soil Taxonomy. Washington DC. P: 232.
- Tan, K.H. 2010. Principle of Soil Chemistry. Fourth Edition. University of Georgia. Athens, Georgia. USA. 363 p. CRC Press Taylor and Francis Group. New York.
- Taufiq, A. 1997. Kajian Status pH, K, Ca dan Mg Beberapa Jenis Tanah di Jawa Timur. Hal. 76 – 84. Dalam Sudayono dkk. (Penyt). Perlindungan Sumber daya Tanah untuk Mendukung Kelestarian Pertanian Tangguh. Prosiding HITI. Balitkabi Malang.
- Tasriul. 1988. Pengaruh Asam Humat Terhadap Ketersediaan P pada Tanah Sawah yang diberi Pupuk Fosfor. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 63 hal.
- Tim Penulis PS. 1993. Sweet Corn-Baby Corn, Peluang Bisnis, Pembudidayaan dan Penanganan Pasca Panen. Penebar Swadaya. Jakarta. 79 hal.
- Tirasonjaya. Fariz. 2006. Batubara. Kuliah Umum, Teknologi dan Penelitian. Wordpress.com. 7 Oktober 2006. 16 halaman
- Warisno. 1998. Budidaya Jagung Hibrida. Kanisius. Jakarta. 81 hal.

Lampiran 1. Jadwal Penelitian (April – September 2011)

No.	Kegiatan	Bulan																							
		April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Pengambilan sampel tanah dan batubara	X																							
2	Persiapan bahan humat, bubuk batubara dan tanah		X	X																					
3	Analisis tanah awal				X	X																			
4	Pemberian bahan humat, bubuk batubara, pemupukan dan inkubasi						X																		
5	Penanaman									X															
6	Analisis tanah setelah inkubasi									X	X	X													
7	Pemeliharaan									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
8	Panen																			X					
9	Analisis kadar hara tanaman																					X	X		
10	Pengolahan data																						X	X	X

## Lampiran 2. Deskripsi tanaman jagung bima 3

---

Golongan	: Hibrida silang tunggal (singel cross)
Umur	: Dalam 50 % keluar polen $\pm$ 55 hari 50 % keluar rambut $\pm$ 56 hari Masa fisiologi = 100 hari
Tinggi tanaman	: 200 cm
Kerobohan	: Tahan rebah
Tinggi letak tongkol	: $\pm$ 98 cm
Ukuran tongkol	: Besar dan panjang $\pm$ 21 cm
Penutupan kelobot	: Menutup tongkol dengan baik $\pm$ 98%
Jumlah baris biji/tongkol	: 12-14 baris
Warna biji	: Jingga
Tipe biji	: Semi mutiara (semi flint)
Bobot 1000 biji	: $\pm$ 359 g
Rata-rata hasil	: 8,27 ton/ha pipilan kering
Warna daun	: Hijau
Potensi hasil	: 10,00 ton/ha pipilan kering
Perakaran	: Sangat baik
Jumlah tongkol	: Dua buah
Ketahanan penyakit	: Toleran penyakit bulai
Daerah sebaran	: Beradaptasi baik pada lahan subur-sub optimal. Populasi dapat mencapai 70.000 tanaman/ha (75 x 20,1 biji per lubang)

---

Sumber : Departement Pertanian 2011

**Lampiran 3. Bahan yang digunakan selama penelitian**

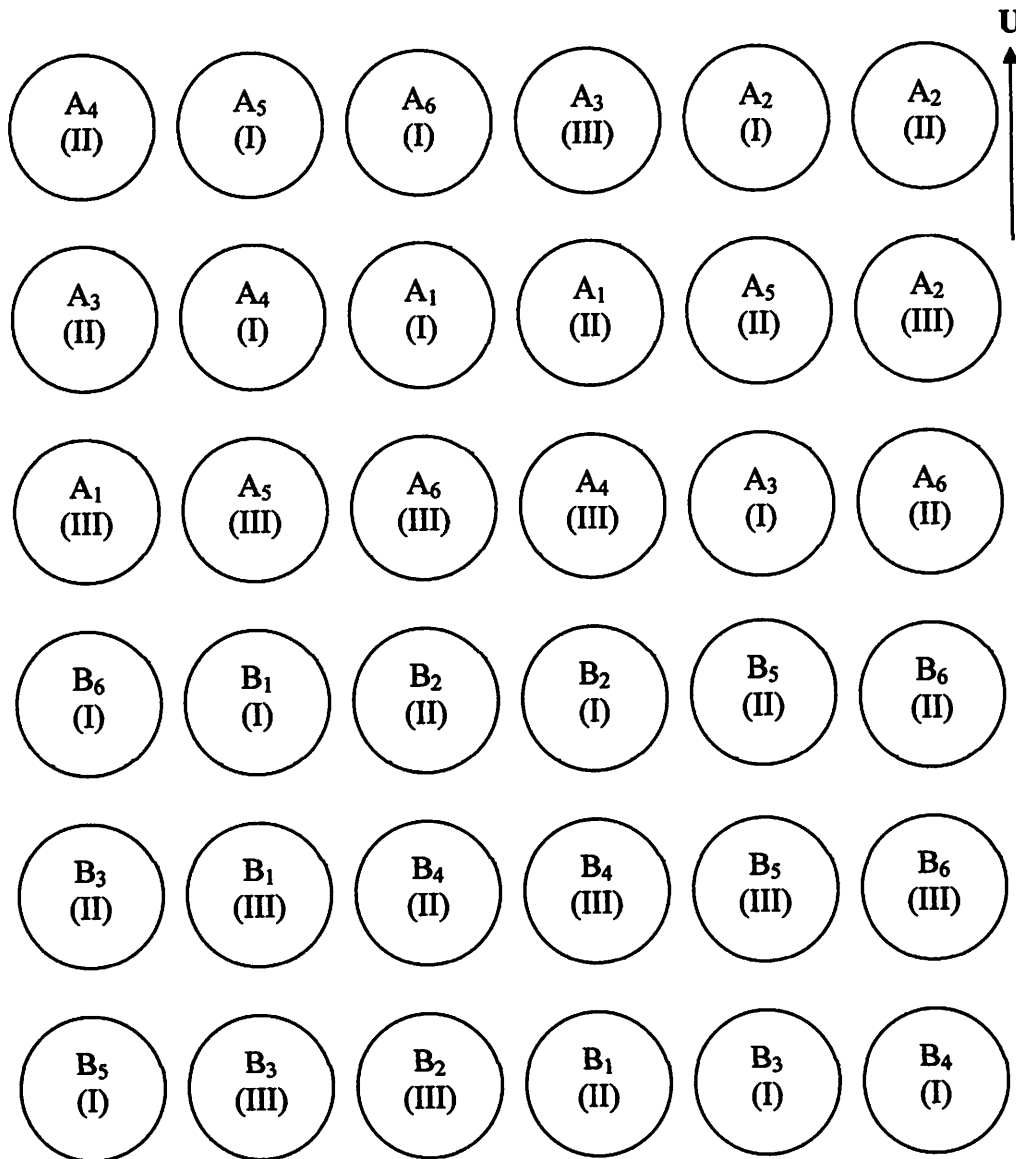
<b>No.</b>	<b>Nama Bahan</b>	<b>Jumlah</b>
1	Oxisol	400 kg
2	Batubara muda ( <i>Subbituminus</i> )	1 kg
3	Kertas tissue	5 gulung
4	Kertas saring	20 lembar
5	Buffer pH 7	2 ampul
6	Buffer pH 4	2 ampul
7	Aquadest	60 liter
8	Kalsium kromat	25 g
9	Asam sulfat pekat	2.5 liter
10	Barium klorida 0.5 %	25 g
11	Sukrosa baku	30 g
12	KH <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.3 g
13	Natrium hidroksida 40 %	450 g
14	Natrium hidroksida 0.5 N	154 g
15	Indikator conway	100 ml
16	Asam sulfat 0.1 N	20 ml
17	Serbuk selenium	48 g
18	Amonium asetat	93 g
19	Asam borat 4 %	60 g
20	Alkohol	1.5 liter
21	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30%	250 ml
22	Kalium antimonitrat	0.2 g
23	Amonium molibdat	4 g
24	Asam askorbat	1.8 g



**Lampiran 4. Alat yang digunakan selama penelitian**

<b>No.</b>	<b>Nama Bahan</b>	<b>Jumlah</b>
1	Cangkul	3 buah
2	Meteran	1 buah
3	Parang	1 buah
4	Pot	36 buah
5	Ayakan 2 mm	1 buah
6	Ayakan 63 µm	1 buah
7	AAS	1 unit
8	Alat destruksi	1 unit
9	Alat destilasi	1 unit
10	Buret dan standar	2 buah
11	Corong	7 buah
12	Desikator	1 unit
13	Erlenmeyer 100 ml	5 buah
14	Erlenmeyer 50 ml	15 buah
15	Gelas ukur	3 buah
16	Gelas piala	15 buah
17	Kertas tissue	5 gulung
18	Kertas saring no 42	2 kotak
19	Labu ukur	7 buah
20	Labu kjeldahl	7 buah
21	Mesin pengocok horizontal	1 unit
22	Oven	1 buah
23	Pipet tetes	5 buah
24	Pipet gondok	3 buah
25	pH meter	1 unit
26	Penangas listrik	1 unit
27	Mesin grinder	1 unit
28	Spektrofotometer	1 buah
29	Tabung film	50 buah
30	Timbangan analitik	1 unit
31	Cawan aluminium	36 buah
32	Alat-alat tulis	1 unit

**Lampiran 5. Denah penempatan satuan percobaan menurut rancangan acak lengkap (RAL)**



**Keterangan :**

A = bubuk batubara muda

B = bahan humat yang diekstrak dari batubara muda

1,2,3,4,5,6 = takaran bubuk batubara muda dan bahan humat

(I) = Ulangan pertama

(II) = Ulangan kedua

(III) = Ulangan ketiga

### Lampiran 6. Koreksi kadar air (KKA)

Alat dan bahan : cawan aluminium, tanah

Prosedur :

Sampel tanah sebanyak 5 g dimasukkan kedalam aluminium yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Kemudian dimasukkan kedalam eksikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan.

Perhitungan :

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Bobot tanah kering udara} - \text{Bobot kering tetap}}{\text{Bobot kering tetap}} \times 100$$

$$\text{KKA} = 1 + \% \text{ Kadar Air}$$

### Lampiran 7. Perhitungan dosis pupuk yang digunakan sebagai perlakuan

Jarak tanam tanaman jagung =  $75 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 1875 \text{ cm}^2 = 0,1875 \text{ m}^2$

$$\text{Jumlah populasi/ha} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,1875 \text{ m}^2} = 53,333 \text{ batang/ha}$$

#### 1. Urea

Oleh karena acuan pupuk Urea yang digunakan adalah 300 kg/ha, maka dosis pupuk/pot adalah :

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/pot} &= \frac{\text{dosis pupuk/Ha}}{\text{jumlah populasi/Ha}} \\ &= \frac{300 \text{ kg/Ha}}{53,333 \text{ batang/Ha}} = 5,625 \times 10^{-3} \text{ kg/ha} = 5,62 \text{ g/batang} \end{aligned}$$

#### 2. KCl

Oleh karena acuan pupuk KCl yang digunakan adalah 250 kg/ha, maka dosis pupuk/pot adalah :

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/pot} &= \frac{\text{dosis pupuk/Ha}}{\text{jumlah populasi/Ha}} \\ &= \frac{250 \text{ kg/Ha}}{53,333 \text{ batang/Ha}} = 4,687 \times 10^{-3} \text{ kg/ha} = 4,68 \text{ g/batang} \end{aligned}$$

#### 3. SP-36

Oleh karena acuan pupuk SP-36 yang digunakan adalah 300 kg/ha, maka dosis pupuk/pot adalah :

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/pot} &= \frac{\text{dosis pupuk/Ha}}{\text{jumlah populasi/Ha}} \\ &= \frac{300 \text{ kg/Ha}}{53,333 \text{ batang/Ha}} = 5,625 \times 10^{-3} \text{ kg/ha} = 5,62 \text{ g/batang} \end{aligned}$$

## Lampiran 8. Perhitungan kebutuhan bubuk batubara muda dan bahan humat

### I. Kebutuhan bubuk batubara

$$1) 0 \text{ ton/ha} = \frac{0 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} = 0 \text{ kg/kg tanah} = 0 \text{ g/pot}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 0 \text{ g/10 kg tanah} = 0 \text{ g/pot}$$

$$2) 2 \text{ ton/ha} = \frac{2 \times 10^3 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} = 1 \text{ g/kg tanah} = 10 \text{ g/pot}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 10 \text{ g/pot} = 30 \text{ g}$$

$$3) 4 \text{ ton/ha} = \frac{4 \times 10^3 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} = 2 \text{ g/kg tanah} = 20 \text{ g/pot}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 20 \text{ g/10 kg tanah} = 60 \text{ g}$$

$$4) 6 \text{ ton/ha} = \frac{6 \times 10^3 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} = 3 \text{ g/kg tanah} = 30 \text{ g/pot}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 30 \text{ g/10 kg tanah} = 90 \text{ g}$$

$$5) 8 \text{ ton/ha} = \frac{8 \times 10^3 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} = 4 \text{ g/kg tanah} = 40 \text{ g/pot}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 40 \text{ g/10 kg tanah} = 120 \text{ g}$$

$$6) 10 \text{ ton/ha} = \frac{10 \times 10^3 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} = 5 \text{ g/kg tanah} = 50 \text{ g/pot}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 50 \text{ g/10 kg tanah} = 150 \text{ g}$$

$$\text{Total bubuk batubara yang dibutuhkan} = 450 \text{ g}$$

$$\text{Total batubara yang dibutuhkan} = 0,45 \text{ kg}$$

## II. Perhitungan bahan humat

$$1 \text{ g batubara} = 31,5 \% \text{ bahan humat}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg batubara} &= 31,5 \% \times 1000 \text{ g} \\ &= 315 \text{ g bahan humat} \end{aligned}$$

$$1) 0 \text{ ton/ha} = \frac{31,5}{100} \times 0 \text{ g} = 0 \text{ g}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 0 \times 0 \text{ g} = 0 \text{ g}$$

$$2) 2 \text{ ton/ha} = \frac{31,5}{100} \times 10 \text{ g} = 3,15 \text{ g}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 3,15 \text{ g} = 9,45 \text{ g}$$

$$3) 4 \text{ ton/ha} = \frac{31,5}{100} \times 20 \text{ g} = 6,3 \text{ g}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 6,3 \text{ g} = 18,9 \text{ g}$$

$$4) 6 \text{ ton/ha} = \frac{31,5}{100} \times 30 \text{ g} = 9,45 \text{ g}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 9,45 \text{ g} = 28,35 \text{ g}$$

$$5) 8 \text{ ton/ha} = \frac{31,5}{100} \times 40 \text{ g} = 12,6 \text{ g}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 12,6 \text{ g} = 37,8 \text{ g}$$

$$6) 10 \text{ ton/ha} = \frac{31,5}{100} \times 50 \text{ g} = 15,75 \text{ g}$$

$$\text{Untuk 3 ulangan} = 3 \times 15,75 \text{ g} = 47,25 \text{ g}$$

$$\text{Total batubara muda yang dibutuhkan} = 0,142 \text{ kg}$$

Total bahan humat yang didapat : 9 liter (L)

$$B_1 (0 \text{ g/pot}) = 0$$

$$B_2 (10 \text{ g/pot}) = \frac{1}{15} \times 9 \text{ L} = 0,6 \text{ L} = 0,2 \text{ L/pot}$$

$$B_3 (20 \text{ g/pot}) = \frac{2}{15} \times 9 \text{ L} = 1,2 \text{ L} = 0,4 \text{ L/pot}$$

$$B_4 (30 \text{ g/pot}) = \frac{3}{15} \times 9 \text{ L} = 1,8 \text{ L} = 0,6 \text{ L/pot}$$

$$B_5 (40 \text{ g/pot}) = \frac{4}{15} \times 9 \text{ L} = 2,4 \text{ L} = 0,8 \text{ L/pot}$$

$$B_6 (50 \text{ g/pot}) = \frac{5}{15} \times 9 \text{ L} = 3 \text{ L} = 1 \text{ L/pot}$$

## Lampiran 9. Prosedur analisis kimia tanah di Laboratorium

### 1. Penetapan pH H<sub>2</sub>O dan KCl (1 : 1) dengan metoda Elektrometrik (Bates 1954 *cit* International Institute of Tropical Agriculture, 1979)

- a. Bahan : H<sub>2</sub>O, buffer pH 4 dan pH 7.
- b. Cara Kerja :

Tanah sebanyak 10 g dimasukkan ke tabung film dan ditambahkan 10 ml aquadest. Dikocok 15 menit dengan mesin pengocok, kemudian didiamkan sebentar. Setelah itu dilakukan pengukuran dengan menggunakan pH meter yang dibakukan dengan larutan penyangga pH 4 dan 7.

### 2. Penetapan C-organik Tanah dengan metode Walkley and Black (Walkey and Black 1943 *cit* International Institute of Tropical Agriculture, 1979)

- a. Bahan : K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, 0,5 % BaCl<sub>2</sub> dan sukrosa baku
- b. Cara kerja :

Pertama dibuat larutan sukrosa baku yang mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg C, yaitu dengan cara melarutkan 29,68 g sukrosa baku yang telah kering tanur dengan aquadest dalam labu ukur 250 ml. Lalu dipipet berturut-turut 5, 10, 15, 20 dan 25 ml larutan sakarosa tersebut kedalam labu ukur 100 ml, diencerkan sehingga 100 ml dengan aquades. Masing-masing larutan yang telah diencerkan ini dipipet sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Ditimbang 0,5 g tanah dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer lalu ditambahkan 10 ml K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1 N dan 20 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, kocok, dan diamkan selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan 100 ml Ba<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 0,5 % sehingga sulfat mengendap menjadi BaSO<sub>4</sub>. Hal yang sama dilakukan terhadap larutan baku kemudian didiamkan selama 1 malam. Keesokkan harinya larutan ini di ukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 645  $\mu$ m.

$$\text{Perhitungan : \% C-Organik} = \frac{\text{mg C kurva}}{\text{mg tanah}} \times 100\% \times \text{KKA}$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = 1,72 \times \text{C-Organik}$$





### 3. Penetapan P-tersedia dengan metode Bray II (Bray 1945 *cit* International Institute of Tropical Agriculture, 1979)

a. Bahan : Larutan P-A, larutan P-B, larutan P-C, larutan Bray No. II ( $0,1 \text{ N HCl} + 0,03 \text{ N NH}_4\text{F}$ )

b. Pereaksi :

Larutan P-A : dibuat berdasarkan larutan baku ( $1,25 \text{ N HCl} + 1,5 \text{ N HF}$ ). Dalam hal ini 54 ml HF 48 % + 700 ml aquadest. Kemudian dinetralkan dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  sehingga menjadi 1 liter.

Larutan P-B : dibuat dengan melarutkan 3,8 g  $\text{NH}_4$  molibdat dengan 300 ml  $\text{H}_2\text{O}$  pada suhu  $60^\circ\text{C}$  lalu didinginkan. Dilarutkan 5 g asam borat dalam 500 ml  $\text{H}_2\text{O}$  dan ditambahkan 75 ml HCl pekat. Lalu ditambahkan larutan  $\text{NH}_4$  molibdat dan diencerkan menjadi 1 liter.

Larutan P-C : dibuat dari serbuk pereduksi baku yaitu sebanyak 2,5 g 1-amino 2-naftol 4-sulfonat, 5 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan 146 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$  ditumbuk bersama-sama dalam lumpang. Larutan pereduksi dibuat dengan cara melarutkan 8 g serbuk pereduksi dengan 50 ml air panas dan dibiarkan 12 - 16 jam sebelum dipakai.

Sebanyak 1,5 g tanah kering udara dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 ml, kemudian ditambahkan 15 ml larutan P-A dan dikocok selama 15 menit kemudian disaring. Hasil saringan dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 5 ml larutan P-B, dikocok dan ditambahkan 5 tetes larutan P-C, kocok, dan diamkan selama 15 menit. Kemudian diukur kadar P dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 660  $\mu\text{m}$ . Untuk pembakuan dibuat satu deret baku berkadar 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm P. Larutkan 0,2195 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan satu liter larutan Bray II (50 ppm). Pipet berturut-turut 0, 4, 6, 8, 10 ml, larutkan 50 ppm P ke labu ukur 100 ml dan tambah larutan PA hingga tanda garis, maka didapatkan larutan baku yang dimaksud. Pipet 5 ml larutan baku kedalam Erlenmeyer 100 ml, tambahkan 5 ml larutan P-B dan tambahkan 5 tetes larutan P-C dan seterusnya digunakan untuk standarisasi Spektrofotometer.

$$\text{Perhitungan : P tanah (ppm)} = \text{P terukur (ppm)} \times \frac{15}{1,5} \times \text{KKA}$$

#### 4. Penetapan N-total Tanah dengan metode Kjeldahl (Black 1965 *cit* International Institute of Tropical Agriculture, 1979)

a. Bahan :  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, NaOH 50 %,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  4 %, Indikator Conway,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N, serbuk selenium.

b. Cara Kerja :

Ditimbang 0,5 g contoh tanah kering lolos ayakan 0,5 mm dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl. Ditambahkan 1 g bubuk selenium, dan 5 ml asam sulfat pekat, serta goyangkan. Lalu campuran tersebut didestruksi diatas tungku listrik dalam lemari asam dengan api kecil, kemudian dibesarkan sampai larutan menjadi putih susu, diangkat dan didinginkan, lalu tambahkan 50 ml aquadest. Larutan tersebut dipindahkan kedalam labu didih dan ditambahkan 20 ml NaOH 40 %. Labu didih dihubungkan dengan alat destilasi dan kran air pendingin dibuka. Hasil destilasi ditampung dengan 20 ml 4 %  $\text{H}_3\text{BO}_3$  dalam Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 3 tetes indikator conway. Tungku pemanas dihidupkan dan didestilasi selama 15 menit, tetesan destilat akan turun melalui pipa penyuling ke dalam Erlenmeyer penampung. Destilasi dihentikan bila larutan penampung berubah menjadi warna hijau kebiruan. Bila tetesan destilat tidak lagi mengandung Amoniak, hasil destilat diangkat ujung pipa yang terendam destilat disemprot dengan air suling. Ujung pipa dimasukan ke dalam tabung yang berisi aquades dan api tungku dimatikan. Hasil destilasi dititer dengan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N sampai warna hijau berubah menjadi warna merah muda. Jumlah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang terpakai dicatat (a). Lalu dilakukan cara yang sama terhadap blanko (b).

Perhitungan : N total (%) =  $(a - b) \times \underline{N} \times 14 \times 100/w \times \text{KKA}$

Dimana : a = ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk penitar contoh

b = ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk penitar blonko

N = normalitas  $\text{H}_2\text{SO}_4$  penitar (0,1)

14 = bobot atom nitrogen

KKA = 1 + kadar air

w = berat sampel tanah

### 5. Penetapan KTK Dengan metode Leaching (Black 1965 *cit* International Institute of Tropical Agriculture, 1979)

a. Bahan : 1 N Amonium asetat pH 7 ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ), 95 % Alkohol, indikator conway, NaOH 40 %,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  4 %

b. Cara kerja :

Sebanyak 2,5 g sampel tanah dimasukkan ke dalam tabung film, kemudian ditambahkan 25 ml  $\text{NH}_4\text{OAc}$  kocok selama 15 menit. Dan didiamkan selama satu malam. Setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring dan lakukan pencucian dengan alkohol hingga volume filtrat mencapai 50 ml. Dikeringkan sampai kering. Setelah kering tanah dan kertas saring dimasukkan kedalam labu kjedhal 100 ml, 50 ml aquadest dan 20 ml NaOH, kemudian didestilasi. Hasil destilasi ditampung pada erlemeyer yang berisi 15 ml asam borat dan 3 tetes indikator Conway hingga warna menjadi merah. Destilasi hingga warna merah berubah menjadi hijau. Setelah itu dititrasi dengan 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hingga warna hijau berubah merah kembali.

Perhitungan : KTK (me/100 g) =  $(a - b) \times \underline{N} \times 100/w \times \text{KKA}$

Dimana : a = ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk mentiter sampel tanah

b = ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk mentiter blanko

N = Normalitas  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,1)

w = berat sampel tanah

KKA = 1 + kadar air

### 6. Penetapan Ca, K, Na, Mg, Al, Fe dapat ditukarkan dengan metode Amonium Asetat (Black 1965 *cit* International Institute of Tropical agriculture, 1979)

a. Bahan : Amonium asetat pH 7 1 N

b. Cara kerja :

Ditimbang 5 g contoh tanah lolos ayakan 2 mm diperkolasikan dengan amonium asetat 1 N pH 7 sebanyak 100 ml ke dalam labu ukur 100 ml, sampai volumenya menjadi 100 ml. Untuk penetapan K, Ca, Mg, Na tanah dilakukan pengenceran 10 kali (5 ml menjadi 50 ml), kemudian ekstrak diukur dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) yang telah distandarkan menurut jenis analisis yang telah dilakukan.

$$\text{Perhitungan : Ca-dd (me/100 g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Ca}}{10 \times \text{BE Ca}} \times \text{KKA}$$

$$\text{Perhitungan : K-dd (me/100 g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm K}}{10 \times \text{BE K}} \times \text{KKA}$$

$$\text{Perhitungan : Na-dd (me/100 g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Na}}{10 \times \text{BE Na}} \times \text{KKA}$$

$$\text{Perhitungan : Mg-dd (me/100 g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Mg}}{10 \times \text{BE Mg}} \times \text{KKA}$$

$$\text{Perhitungan : Al-dd (me/100 g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Al}}{10 \times \text{BE Al}} \times \text{KKA}$$

$$\text{Perhitungan : Fe-dd (me/100 g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Fe}}{10 \times \text{BE Fe}} \times \text{KKA}$$

## **Lampiran 10. Prosedur Analisis Tanaman di Laboratorium**

### **1. Pembuatan ekstrak tanaman (Hakim *et al.*, 1986)**

**Bahan** :  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat,  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % dan kadar karborandum.

**Cara Kerja** :

Sebanyak 0,25 g contoh tanaman yang sudah di haluskan ke dalam kjedhal 50 ml. Ditambahkan 2,5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan tambahkan karborandum lalu biarkan semalam untk menghindari pembuihan yang berlebihan. Dilakukan destruksi di ruang asam, selama 15 menit ditambahkan  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % 3 tetes dalam selang waktu 10 menit sampai larutan jernih. Selanjutnya larutan didinginkan dan ditambahkan aquadest sampai tanda garis. Ekstrak dikocok dan disaring sebayak 50 ml. Larutan ini digunakan untuk penetapan N-total tanaman. Dipipet 5 ml larutan destruksi pekat dan masukkan ke dalam labu ukur 50 ml lalu encerkan sampai tanda garis. Larutan ini dinamkan larutan encer yang digunakan untuk penetapan P dan K tanaman.

### **2. Penetapan P tanaman (Hakim *et al.*, 1986)**

**Bahan** : Pereaksi ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 5 N, amonium molibdat 4 %, kalium antimolitat, asam askorbat.

**Cara Kerja** :

Pipet Cairan destruksi encer sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam tabung film. Untuk penetapan deret standar yang mengandung 0 ppm P yang digunakan untuk menyetel titik 100 % T pada kalorimeter filter 630 dan kuvet 1 cm. Deret standar P digunakan sebagai perbandingan P dalam contoh T (transmitan) dibaca pada kalorimeter.

**Perhitungan** : % P = 0,2 ppm P dari kuvet setelah koreksi blanko x KKA

# Lampiran 11. Kriteria penilaian sifat kimia tanah

Sifat Tanah	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%) *	< 1,00	1,00 - 2,00	2,01 - 4,00	5,01 - 6,00	> 6,00
N Total (%) *	< 0,10	0,10 - 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 0,75	> 0,75
C/N *	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 25	> 25
KTK*	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40
P-Tersedia (ppm) **	< 5,00	5,00 - 14,00	15,00 - 39,00	40,00 - 60,00	> 60,00
Ca-dd (me/100 g) *	< 2,00	2,00 - 5,00	6,00 - 10,00	11,00 - 20,00	> 20,00
Mg-dd (me/100 g)*	< 0,40	0,40 - 1,00	1,10 - 2,00	2,10 - 8,00	> 8,00
K-dd (me/100 g) *	< 0,10	0,10 - 0,20	0,30 - 0,50	0,60 - 1,00	> 1,00
Na-dd (me/100 g) *	< 0,10	0,10 - 0,30	0,40 - 0,70	0,80 - 1,00	> 1,00
Kej Basa (%) *	< 20	20 - 35	36 - 50	51 - 70	> 70
Kej Al *	< 10	10 - 20	21 - 30	31 - 60	> 61
Fe (ppm) ***	< 1	1 - 4,9	5 - 18,90	19 - 50	> 50

pH Tanah	Nilai					
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Basa
pH (H2O)	< 4,5	4,5 - 5,5	5,6 - 6,5	6,6 - 7,5	7,6 - 8,5	> 8,5

\*) Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 *cit* Hardjowigeno, 2003)

\*\*) Team 4 Architects and Consulting Engineer bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (1981)

\*\*\*) Lembaga Penelitian Tanah (LPT) Bogor *cit* Sarief, 1986)

## Lampiran 12. Tabel sidik ragam masing-masing pengamatan

### I. Tanah setelah inkubasi bubuk batubara muda dan bahan humat

#### 1. C-Organik

##### Seri A

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.34884	0.06977	1.65 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	0.50773	0.04231		
Total	17	0.85658			

KK = 11.55 %

##### Seri B

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.96036	0.19207	5.65 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.408	0.034		
Total	17	1.36836			

KK = 10.93 %

#### 2. KTK

##### Seri A

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	7.5974	1.51949	0.65 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	28.2157	2.35131		
Total	17	35.8131			

KK = 19.17 %

##### Seri B

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	189.43	37.8861	18.2 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	25.042	2.0868		
Total	17	214.472			

KK = 12.52 %

#### 3. Al-dd

##### Seri A

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.65244	0.13049	9.53 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.16427	0.01369		
Total	17	0.81671			

KK = 5.23 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	1.28444	0.25689	11.1 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.27893	0.02324		
Total	17	1.56338			

KK = 6.77 %

**4. pH Tanah H<sub>2</sub>O****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.27538	0.05508	1.45 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	0.4556	0.03797		
Total	17	0.73098			

KK = 4.03 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	1.11571	0.22314	5.07 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.52807	0.04401		
Total	17	1.64378			

KK = 4.17 %

**5. Fe-dd****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	110.78	22.1557	0.24 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	1097.15	91.4296		
Total	17	1207.93			

KK = 10.27 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	180.23	36.047	0.23 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	1910.94	159.245		
Total	17	2091.17			

KK = 13.52 %

**6. N-Total****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.00084	1.69E-04	1.79 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	0.00113	9.44E-05		
Total	17	0.00198			

KK = 7.54 %



**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.00636	0.00127	6.19 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.00247	0.00021		
Total	17	0.00883			

KK = 9.32 %

**7. P-Tersedia****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	258.311	51.6622	26.9 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	23.045	1.9204		
Total	17	281.356			

KK = 8.08 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	277.494	55.4988	44.9 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	14.823	1.2353		
Total	17	292.317			

KK = 6.18 %

**8. K-dd****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.22632	0.04526	7.74 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.07013	0.00584		
Total	17	0.29645			

KK = 15.66 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.14673	0.02935	9.93 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.03547	0.00296		
Total	17	0.1822			

KK = 11.82 %

**9. Ca-dd****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	4.94E-04	9.89E-05	3.56 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	3.33E-04	2.78E-05		
Total	17	8.28E-04			

KK = 6.12 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.0004	8.00E-05	0.53 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	0.0018	1.50E-04		
Total	17	0.0022			

KK = 15.31 %

**10. Mg-dd****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	8.00E-04	1.60E-04	9.6 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	2.00E-04	1.67E-05		
Total	17	1.00E-03			

KK = 4.71 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.00027	5.33E-05	0.48 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	0.00133	1.11E-04		
Total	17	0.0016			

KK = 12.65 %

**II. Analisis Tanaman****1. Tinggi Tanaman****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	842.44	168.489	1.75 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	1158	96.5		
Total	17	2000.44			

KK = 6.40 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	2811.11	562.222	5.74 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	1174.67	97.889		
Total	17	3985.78			

KK = 6.23 %

## 2. Bobot kering tanaman

### 2.1 Bobot kering batang + daun tanaman

#### Seri A

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	1401.98	280.396	13.1 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	256.02	21.335		
Total	17	1658			

KK = 7.38 %

#### Seri B

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	2017.13	403.425	41.9 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	115.5	9.625		
Total	17	2132.62			

KK = 5.05 %

### 2.2 Bobot kering akar tanaman

#### Seri A

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	1.45613	0.29123	1.37 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	2.55467	0.21289		
Total	17	4.0108			

KK = 5.67 %

#### Seri B

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	4.24696	0.84939	1.84 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	5.5322	0.46102		
Total	17	9.77916			

KK = 8.69 %

## 3. Serapan Hara

### 3.1 Serapan hara P (batang + daun)

#### Seri A

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	70.0281	14.0056	10.1 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	16.7025	1.3919		
Total	17	86.7306			

KK = 8.13 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	58.6326	11.7265	29.1 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	4.8297	0.4025		
Total	17	63.4622			

KK = 4.17 %

**3.2 Serapan hara P akar****Seri A**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.5996	0.11992	3.38 <sup>*)</sup>	3.01
Sisa	12	0.426	0.0355		
Total	17	1.0256			

KK = 8.94 %

**Seri B**

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	5	0.42156	0.08431	1.48 <sup>tn)</sup>	3.01
Sisa	12	0.68173	0.05681		
Total	17	1.10329			

KK = 10.78 %

Keterangan : <sup>tn</sup> = berbeda tidak nyata

<sup>\*)</sup> = berbeda nyata